

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-124199
(43)Date of publication of application : 26.04.2002

(51)Int.Cl.

H01J 29/28
H01J 9/22
H01J 29/32
H01J 31/12

(21)Application number : 2000-397808
(22)Date of filing : 27.12.2000

(71)Applicant : SONY CORP
(72)Inventor : KIDA SHINJIRO
ITO YASUSHI
TAKAHASHI TOKIKO

(30)Priority

Priority number : 2000239860 Priority date : 08.08.2000 Priority country : JP

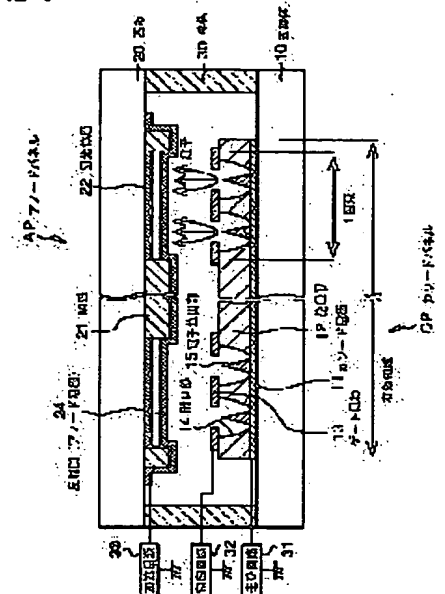
(54) DISPLAY PANEL, DISPLAY DEVICE AND THEIR MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a display panel which can effectively reflect light emitted from a phosphor layer and that, can restrain the phenomenon of spacer visibility in spite of a simple structure.

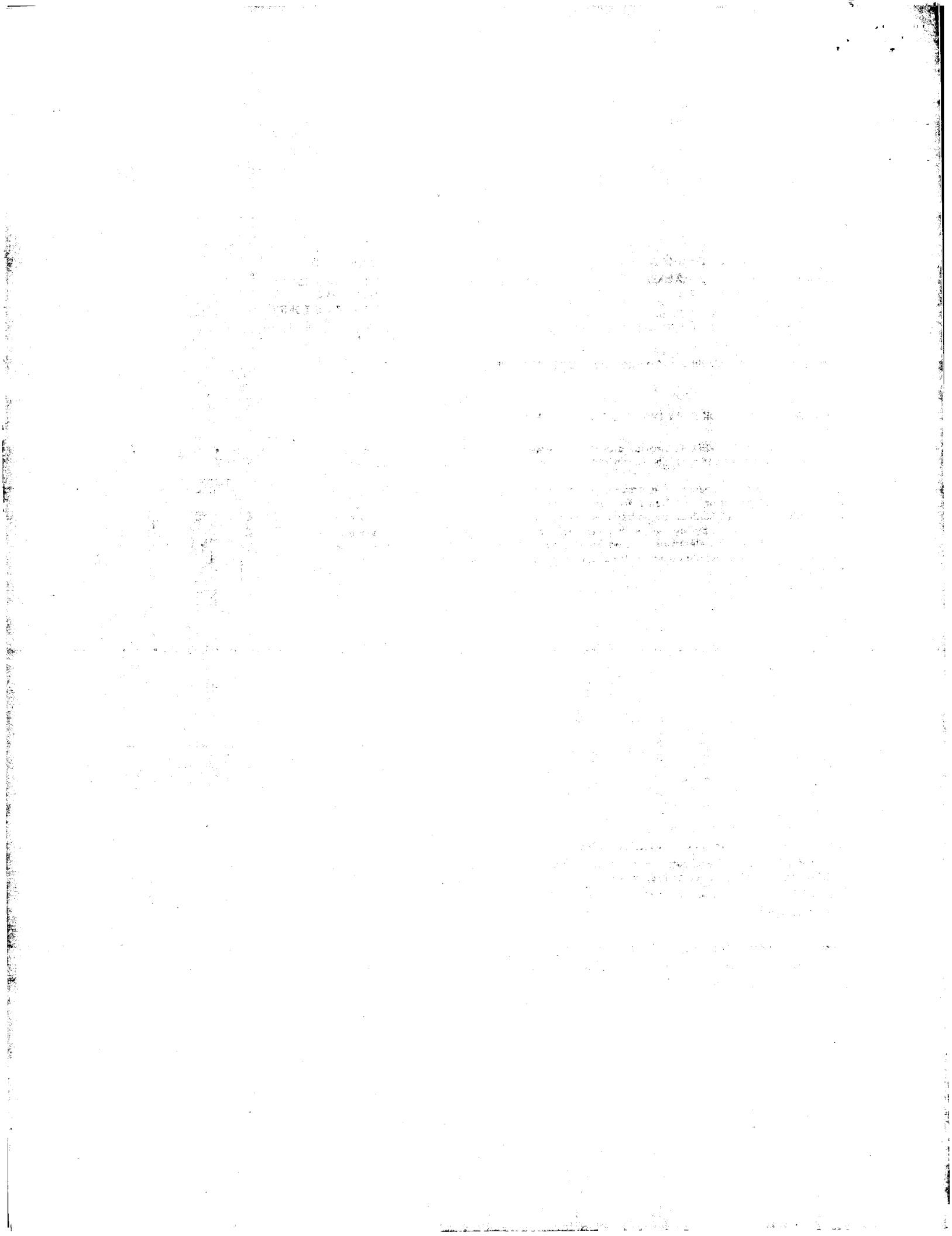
SOLUTION: The display panel AP is provided with a substrate 20, barrier ribs 21 formed on the substrate 20, phosphor layers 22 each formed on the substrate 20 between the barrier ribs 21, and a reflection film 24 each arranged between the barrier ribs 21 above the phosphor layer in a state of being supported by the barrier ribs and having a substantially flat surface. The phosphor layer 22 emits light when electrons emitted from an electron beam source 15 and transmitted through the reflection film 24 collide with the phosphor layer 22, thus, a requested image is obtained.

[81]



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]



Japan se Publication for Unexamined Patent Application

No. Tokukai 2002-124199 (P2002-124199A)

A. Relevance of the above-identified Document

This document has relevance to Claims 1, 4, 12, and 16 to 18 of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document

See the attached English Abstract.

[DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION]

[EMBODIMENT]

[0114]

[Spinto-type Field Emission Element]

[0116]

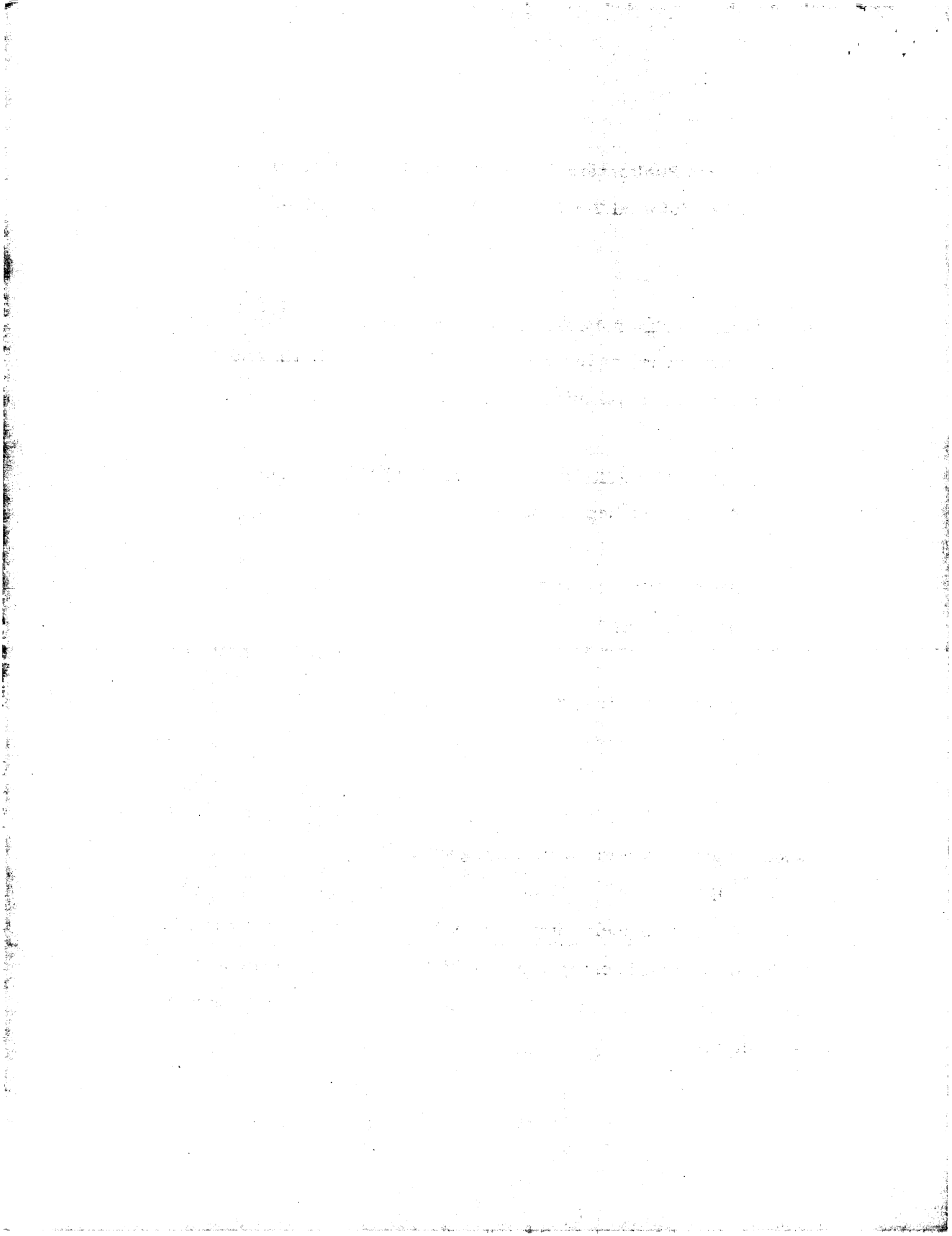
...

The openings are formed in the gate electrode 13. Then, hole sections are formed in the insulating layer 12.

[0117]

..., electrode emitting sections 15 are formed on the cathode electrode 11 that is exposed on the bottom of the opening openings 14. ... the peel-off laeyr 17 is formed by oblique deposition of aluminum.

[0118]



....

Next, for example, molybdenum (Mo) is perpendicularly deposited on the overall surface.

(2)

1

- 【特許請求の範囲】
- 【請求項1】 (A) 基板、
(B) 基板上に形成された隔壁、
(C) 該隔壁の間の基板上に形成された蛍光体層、及び
(D) 該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、
を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得るための表示用パネル、
【請求項2】 蛍光体層の上方であって反射膜の下方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられた第2の反射膜を更に備えていることを特徴とする請求項1に記載の表示用パネル、
【請求項3】 反射膜は、アルミニウム又はクロムから成ることを特徴とする請求項1に記載の表示用パネル、
【請求項4】 反射膜は、隔壁の側面において支持された状態で設けられていることを特徴とする請求項1に記載の表示用パネル、
【請求項5】 反射膜は、隔壁の頂面において支持された状態で設けられていることを特徴とする請求項1に記載の表示用パネル、
【請求項6】 蛍光体層は、画面に対応してストライプ状若しくはドット状に形成されていることを特徴とする請求項1に記載の表示用パネル、
【請求項7】 反射膜はアノード電極としても機能し、表示用パネルは、冷陰極電界電子放出表示装置のアノードパネルを構成することを特徴とする請求項1に記載の表示用パネル、
【請求項8】 蛍光体層と基板との間にアノード電極が形成されており、
表示用パネルは、冷陰極電界電子放出表示装置のアノードパネルを構成することを特徴とする請求項1に記載の表示用パネル、
【請求項9】 反射膜は、蛍光体層に入射する高速に加速された電子の熱とを透過させる厚さを有することを特徴とする請求項1に記載の表示用パネル、
【請求項10】 反射膜の厚さは、30nm乃至150nmであることを特徴とする請求項9に記載の表示用パネル、
【請求項11】 反射膜は、蛍光体層から反射した電子、あるいは、蛍光体層から放出された二次電子を蛍光体層に向かって反射させ、あるいは又、これらの電子を反射膜にて吸収するような厚さであることを特徴とする請求項1に記載の表示用パネル、
【請求項12】 電子線源を備えたカソードパネル、及び、アノードパネルから成り、カソードパネル及びアノードパネルが真空層を介してそれらの周縁部で接合された表示装置であって、
(A) 基板、
(B) 基板上に形成された隔壁、
(C) 該隔壁の間の基板上に形成された蛍光体層、及び
(D) 該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、
を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得るための表示装置、
【請求項13】 蛍光体層の上方であって反射膜の下方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられた第2の反射膜を更に備えていることを特徴とする請求項12に記載の表示装置、
【請求項14】 反射膜は、アルミニウム又はクロムから成ることを特徴とする請求項12に記載の表示装置、
【請求項15】 反射膜は、隔壁の側面において支持された状態で設けられていることを特徴とする請求項12に記載の表示装置、
【請求項16】 反射膜は、隔壁の頂面において支持された状態で設けられていることを特徴とする請求項12に記載の表示装置、
【請求項17】 蛍光体層は、画面に対応してストライプ状若しくはドット状に形成されていることを特徴とする請求項12に記載の表示装置、
【請求項18】 表示装置は冷陰極電界電子放出表示装置を構成し、
反射膜はアノード電極としても機能し、
電子線源は冷陰極電界電子放出素子から構成されていることを特徴とする請求項12に記載の表示装置、
【請求項19】 表示装置は冷陰極電界電子放出表示装置を構成し、
蛍光体層と基板との間にアノード電極が形成されており、
電子線源は冷陰極電界電子放出素子から構成されていることを特徴とする請求項12に記載の表示装置、
【請求項20】 反射膜は、蛍光体層に入射する高速に加速された電子の熱とを透過させる厚さを有することを特徴とする請求項12に記載の表示装置、
【請求項21】 反射膜の厚さは、30nm乃至150nmであることを特徴とする請求項20に記載の表示装置、
【請求項22】 反射膜は、蛍光体層から反射した電子、あるいは、蛍光体層から放出された二次電子を蛍光体層に向かって反射させ、あるいは又、これらの電子を反射膜にて吸収するような厚さであることを特徴とする請求項12に記載の表示装置、
【請求項23】 (A) 基板、
(B) 基板上に形成された隔壁、

(19) 日本国特許庁 (J P)		(12) 公開特許公報 (A)		(11) 特許出願公開番号 特開2002-124199 (P2002-124199A)		(43) 公開日 平成14年4月28日(2002.4.28)	
(51) Int. Cl. ⁷ H 01 J 29/28 9/22 29/32 31/12		識別記号 F I H 01 J 29/28 9/22 29/32 31/12		Fコード(参考) 5 C 0 2 8 A 5 C 0 3 6 C		審査請求 未請求 請求項の数32 OL (全 32 頁)	
(21) 出願番号 特開2000-397808(P2000-397808)		(71) 出願人 000002185 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号					
(22) 出願日 平成12年12月27日(2000.12.27)		(72) 発明者 黄田 真二郎 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内					
(31) 優先権主張番号 特開2000-233680(P2000-233680)		(74) 代理人 伊藤 靖 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内					
(32) 優先日 平成12年8月8日(2000.8.8)							
(33) 優先権主張国 日本 (J P)							

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 表示用パネル、表示装置、及び、それらの製造方法

(57)【要約】

【課題】 蛍光体層からの発光を効果的に反射することができ、しかも、簡素な構造を有するにも拘わらず、スベ一サの可能性という現象の抑制を可能とする表示用パネルを提供する。

【解決手段】 表示用パネルA Pは、基板20、基板20上に形成された隔壁21、該隔壁21の間の基板20上に形成された蛍光体層22、及び、該蛍光体層22の上方の隔壁21の間に、隔壁21に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜24を備え、電子線源15から射出され、反射膜24を透過した電子が蛍光体層22に衝突することによって蛍光体層22が発光し、所望の画像を得る。



図11

(3)

(C) 該隔壁の間の基板上に形成された蛍光体層、及び、
(D) 該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、
を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得るための表示用パネルを製造する方法であって、
(a) 隔壁及び蛍光体層が形成された基板を、処理槽内に満たされた液体中に、蛍光体層が液面側を向くように浸漬する工程と、
(b) 液面上に、実質的に平坦な表面を有する中間膜を形成する工程と、
(c) 処理槽から液体を排出して液面を降下させることにより、中間膜を隔壁に接触させる工程と、
(d) 中間膜を乾燥させることにより、中間膜を、蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で配設する工程と、
(e) 中間膜上に反射膜を形成する工程と、
(f) 中間膜を構成する工程、
から成ることを特徴とする表示用パネルの製造方法。
【請求項 2 4】 液体は水であることを特徴とする請求項 2 3 に記載の表示用パネルの製造方法。
【請求項 2 5】 中間膜を構成する材料はラッカーであることを特徴とする請求項 2 3 に記載の表示用パネルの製造方法。
【請求項 2 6】 前記工程 (d) と工程 (e) との間で、平坦な表面状態を維持しつつ、隔壁の側面において支持された状態で中間膜が配設されるように、中間膜を変形させる工程を含むことを特徴とする請求項 2 3 に記載の表示用パネルの製造方法。
【請求項 2 7】 (A) 基板、
(B) 基板上に形成された隔壁、
(C) 該隔壁の間の基板上に形成された蛍光体層、及び、
(D) 該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、
を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得るための表示用パネルを製造する方法であって、
(a) 基板上に、隔壁及び蛍光体層を形成する工程と、
(b) 隔壁の頂面に、金属箔から成る反射膜を貼り合わせる工程、
から成ることを特徴とする表示用パネルの製造方法。
【請求項 2 8】 電子線源を備えたカソードパネル、及び、アノードパネルから成り、カソードパネル及びアノードパネルが真空層を介してそれらの周縁部で接合され

4

た表示装置であって、
アノードパネルを、
(A) 基板、
(B) 基板上に形成された隔壁、
(C) 該隔壁の間の基板上に形成された蛍光体層、及び、
(D) 該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、
を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得る表示装置の製造方法であって、
アノードパネルを、
(a) 隔壁及び蛍光体層が形成された基板を、処理槽内に満たされた液体中に、蛍光体層が液面側を向くように浸漬する工程と、
(b) 液面上に、実質的に平坦な表面を有する中間膜を形成する工程と、
(c) 処理槽から液体を排出して液面を降下させることにより、中間膜を隔壁に接触させる工程と、
(d) 中間膜を乾燥させることにより、中間膜を、蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で配設する工程と、
(e) 中間膜上に反射膜を形成する工程と、
(f) 中間膜を構成する工程、
を経て製造することを特徴とする表示装置の製造方法。
【請求項 2 9】 液体は水であることを特徴とする請求項 2 8 に記載の表示装置の製造方法。
【請求項 3 0】 中間膜を構成する材料はラッカーであることを特徴とする請求項 2 8 に記載の表示装置の製造方法。
【請求項 3 1】 前記工程 (d) と工程 (e) との間で、平坦な表面状態を維持しつつ、隔壁の側面において支持された状態で中間膜が配設されるように、中間膜を変形させる工程を含むことを特徴とする請求項 2 8 に記載の表示装置の製造方法。
【請求項 3 2】 電子線源を備えたカソードパネル、及び、アノードパネルから成り、カソードパネル及びアノードパネルが真空層を介してそれらの周縁部で接合された表示装置であって、
アノードパネルは、
(A) 基板、
(B) 基板上に形成された隔壁、
(C) 該隔壁の間の基板上に形成された蛍光体層、及び、
(D) 該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、
を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、

5

所望の画像を得る表示装置の製造方法であって、
アノードパネルを、
(a) 基板上に隔壁及び蛍光体層を形成する工程と、
(b) 隔壁の頂面に金属箔から成る反射膜を貼り合わせる工程、
を経て製造することを特徴とする表示装置の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】 本発明は、表示用パネル及び表示装置、並びに、それらの製造方法に関し、より詳しくは、蛍光体層を備え、電子線源から射出された電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得るための表示用パネル、及び、かかる表示用パネルを組み込んだ表示装置、並びに、それらの製造方法に関する。
【0002】
【従来の技術】 テレビジョン受像機や情報端末機器に用いられる表示装置の分野では、従来主流の陰極線管 (CRT) から、薄型化、軽量化、大画面化、高精細化の要求に応え得る平面型 (フラットパネル型) の表示装置への移行が検討されている。このような平面型の表示装置として、液晶表示装置 (LCD)、エレクトロルミネッセンス表示装置 (ELD)、プラズマ表示装置 (PPD)、冷陰極管電子放出表示装置 (FED: フィールドエmissionディスプレイ) を列示することができる。このなかでも、液晶表示装置は情報端末機器用の表示装置として広く普及しているが、据置き型のテレビジョン受像機に適用するには、高輝度化や大型化に未だ課題を残している。これに対して、冷陰極管電子放出表示装置は、熱的安定性に劣らず、電子トンネル効果に基づき面体から真空中に電子を放出することが可能な冷陰極管電子放出素子 (以下、電界放出素子と呼ぶ場合がある) を利用しており、高輝度及び低消費電力の点から注目を集めている。
【0003】 電界放出素子を利用した冷陰極管電界電子放出表示装置 (以下、電界放出型表示装置と呼ぶ場合がある) の模式的な一部断面図を図 1 に示し、カソードパネル C P の模式的な部分斜視図を図 4 に示す。図示した電界放出素子は、円錐形の電子放出部 1 5 を有する。所謂スピント (Spindt) 型電界放出素子と呼ばれるタイプの素子である。この電界放出素子は、支持体 1 0 上に形成されたカソード電極 1 1 と、支持体 1 0 及びカソード電極 1 1 上に形成された絶縁層 1 2 と、絶縁層 1 2 上に形成されたゲート電極 1 3 と、ゲート電極 1 3 及び絶縁層 1 2 に設けられた開口部 1 4 と、開口部 1 4 の底部に位置するカソード電極 1 1 上に形成された円錐形の電子放出部 1 5 から構成されている。一般に、カソード電極 1 1 とゲート電極 1 3 とは、これらの両電極の射影像が互いに直交する方向に各々ストライプ状に形成されており、これらの両電極の射影像が直交する部分に相

(4)

6

当する領域 (1 画面分の領域に相当する。この領域を、以下、直交領域と呼ぶ) に、通常、複数の電界放出素子が配列されている。更に、かかる直交領域が、カソードパネル C P の有効領域 (真鍮の表示画面として機能する領域) 内に、通常、2 次元グリッド状に配列されている。
【0004】 一方、アノードパネル A P は、基板 2 0 と、基板上に形成され、所定のバターンを有する蛍光体層 2 2 と、その上に形成された反射膜として機能するアノード電極 2 4 から構成されている。1 画面は、カソードパネル C P と間のカソード電極 1 1 とゲート電極 1 3 との直交領域に所定数配列された電界放出素子の一群と、これらの電界放出素子の一群に対面したアノードパネル A P 側の蛍光体層 2 2 とによって構成されている。有効領域には、かかる画面が、例えば数十万〜数百万個ものオーダーにて配列されている。尚、蛍光体層 2 2 と蛍光体層 2 2 との間の基板 2 0 上には隔壁 2 1 が形成されている。隔壁 2 1 とスベークサ 2 5 と蛍光体層 2 2 の配置状態を模式的に図 2 に示す。

【0005】 アノードパネル A P とカソードパネル C P とを、電界放出素子と蛍光体層 2 2 とが対向するように配列し、周縁部において枠体 3 0 を介して接合することによって、電界放出型表示装置を作製することができる。有効領域を包囲し、画面を選択するための周辺回路が形成された無効領域には、真空排気用の貫通孔 (図示せず) が設けられており、この貫通孔には真空排気後に取り切られたチップ管 (図示せず) が接続されている。即ち、アノードパネル A P とカソードパネル C P と枠体 3 0 とによって囲まれた空間は真空となっている。尚、アノードパネル A P 及びカソードパネル C P には外気によって圧力加わめる。そして、この圧力によって電界放出型表示装置が破損しないように、アノードパネル A P とカソードパネル C P との間には、高さが例えば 1 mm 程度の所隔スベークサ 2 5 (図 2 参照) が配置されている。尚、図 1 においては、スベークサの図示を省略した。【0006】 カソード電極 1 1 には相対的な負電圧が施され、回路 3 1 から印加され、ゲート電極 1 3 には相対的な正電圧が印加回路 3 2 から印加され、アノード電極 2 4 にはゲート電極 1 3 よりも更に高い正電圧が印加回路 3 3 から印加される。かかる電界放出型表示装置において表示を行う場合、例えば、カソード電極 1 1 に走査回路 3 1 から走査信号を入力し、ゲート電極 1 3 に制御回路 3 2 からビデオ信号を入力する。カソード電極 1 1 とゲート電極 1 3 との間に電圧を印加した際に生ずる電界により、電子トンネル効果に基づき電子放出部 1 5 から電子が放出され、この電子がアノード電極 2 4 に引き付けられ、アノード電極 2 4 を透過し、蛍光体層 2 2 に衝突する。その結果、蛍光体層 2 2 が励起されて発光し、所望の画像を得ることができる。つまり、この電界放出型表示装置の動作や明るさは、基本的に、ゲート電極 1 3

(6)

に印加される電圧、及びカソード電極11を通じて電子放出部15に印加される電圧によって制御される。

【0007】アノード電極24は、蛍光体層22からの発光を反射させる反射膜としての機能の他、蛍光体層22から反射した電子、あるいは放出された二次電子を反射させる反射膜としての機能、蛍光体層22の帯電防止といった機能を有する。また、隔壁21は、蛍光体層22から反射した電子、あるいは、蛍光体層22から放出された二次電子が他の蛍光体層22に入射し、所謂光学的クロストーク（色漏り）が発生することを防止する機能を有する。

【0008】以下、図65及び図66を参照して、従来の電界放出型表示装置におけるアノードパネルAPの製造方法の概要を説明する。

【0009】[工程-10] 先ず、ガラス基板から成る基板20上に隔壁21を形成する（図65の（A）参照）。図に示した例においては、隔壁の平面形状（図2を参照）は井桁状であり、その大きさは、およそ、縦×横×高さ $200\mu\text{m}\times100\mu\text{m}\times50\mu\text{m}$ である。

【0010】[工程-20] 次に、赤色発光蛍光体層を形成するために、例えばポリシリコンアルファ（PV）樹脂と水に赤色発光蛍光体粒子を分散させ、更に、重クロム酸アンモニウムを添加した赤色発光蛍光体スラリーを全面に塗布した後、かかる赤色発光蛍光体スラリーを乾燥、露光、現像することによって、所定の隔壁21の間に赤色発光蛍光体層22Rを形成する（図65の（B）参照）。このような操作を、緑色発光蛍光体スラリー、青色発光蛍光体スラリーについて同様に行うことによって、最終的に、所定の隔壁21の間に、赤色発光蛍光体層22R、緑色発光蛍光体層22G、青色発光蛍光体層22Bを形成する（図65の（C）、及び、図2の模式的な部分配図を参照）。

【0011】[工程-30] その後、各蛍光体層22R、22G、22B（これを総称して、単に蛍光体層22と呼ぶ場合がある）の上に、主にアクリル系樹脂から成られたラッカーから成る中間膜23を形成する（図65の（D）参照）。具体的には、水槽内に蛍光体層22が形成された基板20を沈め、水面にラッカー膜を形成した後、水槽内の水を抜くことによって、ラッカーから成る中間膜23を蛍光体層22の上から隔壁21へ向かって形成することができる。尚、ラッカーに添加された可塑剤の量や、水面にラッカー膜を形成するときの条件によって、ラッカー膜の硬さや延び率を変えることができ、これらを最適化することによって、中間膜23を蛍光体層22の上から隔壁21の上に互って形成することができる。ここで、図面においては、中間膜23を平層に形成しているが、実際においては、蛍光体層表面の凹凸を反映して、中間膜23は凹凸状態となっている。

【0012】[工程-40] その後、全面にアルミニウムから成るアノード電極24を真空蒸着法に基づき形成

8

する（図65の（E）参照）。最後に、 400°C 程度の加熱処理を行うことによって、中間膜23を焼成すると、図65の（F）に示すような構造を得ることができる。

【0013】【発明が解決しようとする課題】アルミニウムから成るアノード電極24は、先に説明したように、蛍光体層22からの発光を反射させる反射膜としての機能を有するが故に、出来る限り平滑であることが要求される。ところで、アノード電極24の平滑性は、中間膜23の平滑性に大きく依存する。従って、蛍光体層22上に来るだけ平滑な中間膜23を形成する必要がある。然るに、上述の従来のアノードパネルAPの製造方法においては、[工程-30]において、恰も、井戸の底に形成するかの様に、隔壁21の間に中間膜23を形成しなければならない。また、蛍光体層22の表面の凹凸（例えば、数 μm 程度の高低差を有する凹凸）を反映して、中間膜23が凹凸状態となってしまう結果、その上に形成されたアノード電極24も凹凸状態となってしまう（図66の拡大した一部断面図を参照）。それ故、上述の製造方法では、平滑なアノード電極24を形成することは困難である。尚、陰極線管の製造における中間膜の形成においては、採用されているようなスピニング法は、隔壁21が存在するが故に、採用が困難である。

【0014】また、電界放出型表示装置においては、アノード電極24には数キロボルトの電圧が印加され、カソード電極11やゲート電極13には数十ボルト程度の電圧が印加される。それ故、隔壁21が設けられている場も、隔壁21を越えた電子が他の蛍光体層に入射する場合があります。このような現象が生じると、光学的クロストーク（色漏り）が発生する原因となる。それ故、高画質の電界放出型表示装置を実現するためには、このような現象の発生を確実に防止する必要がある。

【0015】更に、従来の電界放出型表示装置においては、電子放出部15から放出された電子は、アノード電極24を通過するが、電子の何割かは、アノード電極24を通過せずに、アノード電極24によって反射される。このように反射された電子は反射角が一定ではない、或る広がりを持っており、一般に、後方散乱電子と呼ばれる。後方散乱電子の大部分は、電界放出型表示装置内部の電界によって、再びアノードパネル側に引き寄せられるが、その一部は、隔壁21を越えてしまい、幾らかの運動エネルギーを持ってスペーサ25に衝突する場合がある。スペーサ25は、例えばセラミックスといった断電体材料から作製されているが故に、電子が衝突すると、スペーサ25は正又は負に帯電する。スペーサ25が正、負のどちらかに帯電するか、あるいは、帯電する電荷量がその程度になるかは、電子が衝突する際の速度及び角度によって異なり、また、スペーサ25を構成する材料及びその表面状態によっても異なる。

(6)

【0016】スペーサ25がどのようなように帯電しても、スペーサ25が帯電することは、スペーサ近傍の画素における電子ビームの軌道を歪めることになる。その結果、電界放出型表示装置を見る者に、スペーサ25の存在を認識せしめてしまうことになる。このような現象は、スペーサの可視性と呼ばれる。

【0017】このようなスペーサの可視性といった問題を解決するための手段が、米国特許第5532548号に開示されている。この米国特許に開示された手段においては、スペーサ自体に中間電極を持たせるための中間電極が設けられている。しかしながら、薄く、細長いスペーサ、あるいは、一層複雑な形状を有するスペーサの側面に、細長い中間電極を形成することは容易ではない。

【0018】また、米国特許第5589731号に開示された方法においては、スペーサの材質と共に、薄い板状ではない形状の様々なスペーサ25（ジグザグなスペーサ25、ポリユームのあるスペーサ等）が開示されている。然るに、複雑な形状を有するこれらのスペーサの表面に中間電極を形成することは更に困難を極める。

【0019】比較的小さな面積の小型の電界放出型表示装置においては、高強度の支持体や基板を使用することによって、スペーサ25を省略することが可能である。しかしながら、中型あるいは大型の電界放出型表示装置においては、スペーサ25を省略することは実用上、不可能である。電界放出型表示装置の大型化に伴い、スペーサ25自体も一層長い構造のものが求められているが、長くればなる程、作製が困難となる。それ故、分割されたスペーサを複数設けることができる。このような分割されたスペーサに、米国特許第5532548号に開示された中間電極を適用することは、外部から所定の電位を中間電極に印加することが極めて困難であり、実用上、不可能に近い。

【0020】従って、本発明の目的は、蛍光体層からの発光を効果的に反射することができる、しかも、簡潔な構造を有するにも拘わらず、スペーサの可視性という現象の抑制を可能とする表示用パネル、かかる表示用パネルを組み込んだ表示装置、並びに、これらの製造方法を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記の目的は、（A）基板、（B）基板上に形成された隔壁、（C）該隔壁の間の基板上に形成された蛍光体層、及び、（D）該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、電子が隔壁から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得るための本発明の表示用パネルによって達成することができ、

【0022】また、上記の目的は、電子線源を備えたカ

10

ソードパネル、及び、アノードパネルから成り、カソードパネル及びアノードパネルが真空管を介してそれらの周縁部で接合された表示装置であって、アノードパネルは、（A）基板、（B）基板上に形成された隔壁、（C）該隔壁の間の基板上に形成された蛍光体層、及び、（D）該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得る本発明の表示装置によって達成することができ、

【0023】本発明の表示用パネルあるいは表示装置においては、実質的に平坦な表面を有する反射膜が備えられているので、蛍光体層からの発光を効果的に反射することができ、しかも、簡潔な構造を有するにも拘わらず、スペーサの可視性という現象の抑制が可能である。尚、実質的に平坦な表面とは、蛍光体層の表面凹凸が隔壁21の間に平滑に延びていないことを意味する。以下においては同様である。尚、蛍光体層表面の凹凸の最高高さよりも高い位置に反射膜が位置することが好ましい。

【0024】本発明の表示用パネルあるいは表示装置においては、蛍光体層の上方であって反射膜の下方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられた第2の反射膜を更に備えている構成とすることができ、これによって、一層効果的に蛍光体層からの発光を外部に向かって反射することができ、尚、第2の反射膜は、反射膜と同様に実質的に平坦な表面を有しているよりも、蛍光体層表面の凹凸を反映した表面を有しているよりも、

【0025】本発明の表示用パネル若しくは表示装置、あるいは、後述する本発明の第1の態様若しくは第2の態様に係るこれらの製造方法（以下、これらを総称して、単に、本発明と呼ぶ場合がある）において、反射膜及び/又は第2の反射膜は、アルミニウム（Al）又はクロム（Cr）から成ることが、蛍光体層からの発光を効果的に反射することができるという観点から好ましい。反射膜及び/又は第2の反射膜は、例えば、蒸着法やスパッタリング法によって形成することができる。

【0026】本発明の表示用パネル若しくは表示装置、あるいは、後述する本発明の第1の態様に係るこれらの製造方法において、反射膜は、隔壁の側面において支持された状態で設けられている構成とすることができ、あるいは又、隔壁の頂面において支持された状態で設けられている構成とすることができ、

【0027】本発明においては、蛍光体層は、画素に対してストライプ状若しくはドット状に形成されているべき。

【0028】本発明の表示用パネル、あるいは、後述する本発明の第1の態様若しくは第2の態様に係る表示用パネルの製造方法においては、反射膜はアノード電極と

11

しても機能し、表示用パネルは希励極電界電子放出表示装置アノードパネルを構成する形態とすることができ、あるいは、蛍光体層と基板との間にアノード電極が形成されており、表示用パネルは希励極電界電子放出表示装置のアノードパネルを構成する形態とすることができる。

【0029】また、本発明の表示装置、あるいは、後述する本発明の第1の態様若しくは第2の態様に係る表示装置の製造方法においては、表示装置は希励極電界電子放出表示装置を構成し、反射膜はアノード電極として機能し、電子線源は希励極電界電子放出素子から構成されている形態とすることができ、あるいは、表示装置は希励極電界電子放出表示装置を構成し、蛍光体層と基板との間にアノード電極が形成されており、電子線源は希励極電界電子放出素子から構成されている形態とすることができる。

【0030】本発明において、反射膜は、蛍光体層に入射する高速に加速された電子の殆どを透過させる厚さを有することが望ましく、この場合、具体的に、反射膜の厚さは、 $3 \times 10^{-8} \text{m}$ (30nm) 乃至 $1.5 \times 10^{-6} \text{m}$ (150nm)、好ましくは $5 \times 10^{-8} \text{m}$ (50nm) 乃至 $1 \times 10^{-7} \text{m}$ (100nm) であることが望ましい。「高速に加速された電子」とは、3キロボルト乃至10キロボルト、好ましくは6キロボルト乃至10キロボルトの電位差によって加速された状態の電子を意味する。また、「殆どを透過させる」とは、反射膜に入射した電子の60%、好ましくは80%以上が反射膜を透過することを意味する。あるいは、本発明において、反射膜は、蛍光体層から反射した電子、あるいは、蛍光体層から放出された電子を蛍光体層に反射して吸収させ、あるいは、これらの電子を反射膜にて吸収するような厚さであることが好ましい。この場合、蛍光体層から反射した電子、あるいは、蛍光体層から放出された二次電子が反射膜を透過する割合は、60%以下、好ましくは30%以下であることが望ましい。

【0031】上記の目的は、(A) 基板、(B) 基板上に形成された隔壁、(C) 該隔壁の間の基底上に形成された蛍光体層、及び、(D) 該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得るための表示用パネルを製造する方法であって、(a) 隔壁及び蛍光体層が形成された基板を、処理槽内に満たされた液体中に、蛍光体層が液面側を向くように浸漬する工程と、(b) 液面上に、実質的に平坦な表面を有する中間膜を形成する工程と、(c) 処理槽から液体を排出して液面を降下させることにより、中間膜を隔壁に接合させる工程と、(d) 中間膜を乾燥させることにより、中間膜を、蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態

(7)

12

態にて設けする工程と、(e) 中間膜上に反射膜を形成する工程と、(f) 中間膜を乾燥する工程、から成ることを特徴とする本発明の第1の態様に係る表示用パネルの製造方法によって達成することができ、

【0032】また、上記の目的は、電子線源を備えたカソードパネル、及び、アノードパネルから成り、カソードパネル及びアノードパネルが真空管を介してこれらの周縁部で接合された表示装置であって、アノードパネルは、(A) 基板、(B) 基板上に形成された隔壁、及び、(C) 該隔壁の間の基底上に形成された蛍光体層、及び、(D) 該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得る表示装置の製造方法であって、アノードパネルを、(a) 隔壁及び蛍光体層が形成された基板を、処理槽内に満たされた液体中に、蛍光体層が液面側を向くように浸漬する工程と、(b) 液面上に、実質的に平坦な表面を有する中間膜を形成する工程と、(c) 処理槽から液体を排出して液面を降下させることにより、中間膜を隔壁に接合させる工程と、(d) 中間膜を乾燥させることにより、中間膜を、蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態にて設けする工程と、(e) 中間膜上に反射膜を形成する工程と、(f) 中間膜を乾燥する工程、を経て製造することを特徴とする本発明の第1の態様に係る表示装置の製造方法によって達成することができ、

【0033】本発明の第1の態様に係る表示用パネルの製造方法あるいは表示装置の製造方法（以下、これらを総称して、単に、本発明の第1の態様に係る製造方法と呼ぶ場合がある）にあつては、工程（d）において、蛍光体層の上方の隔壁の間に隔壁に支持された状態にて中間膜を配設するが故に、中間膜の平坦性は蛍光体層の表面の凹凸に一切影響されることがなくなり、その結果、実質的に平坦な表面を有する反射膜を容易に形成することが可能となる。

【0034】本発明の第1の態様に係る製造方法においては、液体として水を使用することが好ましい。また、中間膜を構成する材料としてラッカーを挙げることができる。ここで、ラッカーには、広範のロニスを主成分とし、セルロース誘導体、一般にニトロセルロースを主成分とした配合物を低級脂肪族エニテルのような揮発性溶剤に溶かしたもの、あるいは、他の合成高分子を用いたリレタラッカー、アクリラリタラッカーが含まれる。

【0035】また、本発明の第1の態様に係る製造方法においては、前記工程（d）と工程（e）との間で、平坦な表面状態を維持しつつ、隔壁の側面において支持された状態で中間膜が配設されるように、中間膜を变形させる工程を含む構成とすることができ、これによって、最終的に、反射膜が、隔壁の側面において支持され

13

た状態を得ることができ、

【0036】上記の目的は、(A) 基板、(B) 基板上に形成された隔壁、(C) 該隔壁の間の基底上に形成された蛍光体層、及び、(D) 該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得るための表示用パネルを製造する方法であって、(a) 基板上に、隔壁及び蛍光体層を形成する工程と、(b) 隔壁の頂面に、金属箔から成る反射膜を貼り合わせる工程、から成ることを特徴とする本発明の第2の態様に係る表示用パネルの製造方法によって達成することができ、

【0037】更には、上記の目的は、電子線源を備えたカソードパネル、及び、アノードパネルから成り、カソードパネル及びアノードパネルが真空管を介してこれらの周縁部で接合された表示装置であって、アノードパネルは、(A) 基板、(B) 基板上に形成された隔壁、及び、(C) 該隔壁の間の基底上に形成された蛍光体層、及び、(D) 該蛍光体層の上方の隔壁の間に、隔壁に支持された状態で設けられ、実質的に平坦な表面を有する反射膜、を備え、電子線源から射出され、反射膜を透過した電子が蛍光体層に衝突することによって蛍光体層が発光し、所望の画像を得る表示装置の製造方法であって、アノードパネルを、(a) 基板上に隔壁及び蛍光体層を形成する工程と、(b) 隔壁の頂面に金属箔から成る反射膜を貼り合わせる工程、を経て製造することを特徴とする本発明の第2の態様に係る表示装置の製造方法によって達成することができ、

【0038】本発明の第2の態様に係る表示用パネルの製造方法あるいは表示装置の製造方法（これらを総称して、単に、本発明の第2の態様に係る製造方法と呼ぶ場合がある）にあつては、工程（b）において、隔壁の頂面に金属箔から成る反射膜を貼り合わせるが故に、実質的に平坦な表面を有する反射膜を容易に形成することが可能となる。

【0039】本発明の第2の態様に係る製造方法においては、金属箔として、アルミニウム（Al）箔あるいはクロム（Cr）箔を用いることが好ましい。

【0040】本発明において、表示用パネルあるいはアノードパネルを構成する基板、カソードパネルを構成する支持板は、少なくとも表面が絶縁性部材から構成されなければよく、ガラス基板、表面に絶縁膜が形成されたガラス基板、石英基板、表面に絶縁膜が形成された石英基板、表面に絶縁膜が形成された半導体基板を挙げることができる。

【0041】隔壁の形成方法として、スクリーン印刷法、サンブラスト形成法、フライフィルム法、感光法を例示することができ、ここで、スクリーン印刷法とは、隔壁を形成すべき部分に対応するスクリーンの部分

(8)

14

に開口部が形成されており、スクリーン上の隔壁形成用材料をスクリーンを用いて開口部を通過させ、基板上に隔壁形成用材料層を形成した後、かかる隔壁形成用材料層を焼成する方法である。フライフィルム法とは、基板上に感光性フィルムをラミネートし、露光及び現像によって隔壁形成予定部位の感光性フィルムを露光し、露光によって生じた開口部に隔壁形成用の材料を埋め込み、焼成する方法である。感光性フィルムは焼成によって焼成、除去され、開口部に埋め込まれた隔壁形成用の材料が残り、隔壁となる。感光性とは、基板上に感光性を有する材料層をスクリーン印刷法によって形成し、感光性材料層の部分をマスク層で保護し、次いで、露出した隔壁形成用材料層の部分をサンブラスト法によって除去する方法である。隔壁は、例えば、感光性ポリイミド樹脂層や、酸化コバルト等の金属酸化物により黒色に着色した鉛ガラス層から構成することができ、隔壁の平面形状としては、格子形状（十字形状）、即ち、1画面に相当する、例えば平面形状が略矩形的な蛍光体層の四方を取り囲む形状、あるいは、略矩形的（あるいはストライプ状の）蛍光体層の対向する二辺と平行に延びる帯状形状（ストライプ形状）を挙げることができる。

【0042】蛍光体層は、発光性結晶粒子（例えば、粒径5〜10nm程度の蛍光体粒子）から調製された発光性結晶粒子組成物（赤色蛍光体スラリー）を全面に塗布し、露光、現像して、赤色蛍光体層を形成し、次いで、緑色の発光性の発光性結晶粒子組成物（緑色蛍光体スラリー）を全面に塗布し、露光、現像して、緑色発光体層を形成し、更に、青色の発光性の発光性結晶粒子組成物（青色蛍光体スラリー）を全面に塗布し、露光、現像して、青色発光体層を形成する方法にて形成することができる。

【0043】蛍光体粒子を構成する蛍光体材料としては、従来公知の蛍光体材料の中から適宜選択して用いることができる。カラー表示の場合、色純度がNTSCで規定される3原色に近く、3原色を混合した際の白バランスがとれ、発光時間が短く、3原色の発光時間がほぼ等しくなる蛍光体材料を組み合わせたことが好ましい。赤色発光体層を構成する蛍光体材料として、 $(Y_2O_3:Eu)$ 、 $(Y_2O_2S:Eu)$ 、 $(YBO_3:Eu)$ 、 $(YVO_4:Eu)$ 、 $(Y_0.96Pb_{0.60}V_{0.40}O_4:Eu)$ 、 $[Y(Y,Gd)BO_3:Eu]$ 、 $(GdBO_3:Eu)$ 、 $(ScBO_3:Eu)$ 、 $(3,5MgO \cdot 0.5MgF_2 \cdot GeO_2:Mn)$ を例示することができ、緑色発光体層を構成する蛍光体材料として、 $(Zn$

(9)

15

SiO₂:Mn)、(BaA₁1₂O₉:Mn)、(BaMgA₁1₆O₂₇:Mn)、(MgCa₂O₄:Mn)、(YBO₃:Tb)、(LuBO₃:Tb)、(Sr₄S₃IO₃Cl₄:Eu)、(ZnS:Cu、Al)を例示することができる。青色発光蛍光体を構成する蛍光体材料として、(Y₂SiO₅:Ce)、(CaWO₄:Pb)、CaWO₄、Y₂P₂O₇、Y₂O₃、BaMgA₁1₆O₂₇:Eu)、(Sr₂P₂O₇:Eu)、(Sr₂P₂O₇:Sn)、(ZnS:Ag、Al)を例示することができる。

【0044】ここで、蛍光体が隔壁の間の基板上に形成されているとは、隔壁の平面形状が格子形状（井桁形状）の場合、隔壁で取り囲まれた基板の部分上に形成されていることを意味し、蛍光体はドット状（略矩形形状）の平面形状を有する。一方、隔壁の平面形状が帯状（ストライプ形状）の場合、対向する一対の隔壁で挟まれた基板の部分上に形成されていることを意味し、蛍光体はドット状（略矩形形状）あるいはストライプ状の平面形状を有する。

【0045】本発明を冷陰極電界電子放出表示装置あるいはその製造方法に適用した場合、カソードパネルを構成する冷陰極電界電子放出素子は如何なる形態の冷陰極電界電子放出素子とすることもでき、例えば、円筒形電界電子放出素子を有する所謂スピントロポ型冷陰極電界電子放出素子、扁平な電子放出部を有する所謂ラウン型冷陰極電界電子放出素子、扁平な電子放出部を有する所謂ラウン型冷陰極電界電子放出素子、平面型冷陰極電界電子放出素子、クレータ型冷陰極電界電子放出素子を挙げることができる。尚、表示装置として、その他、蛍光表示管を挙げることができる。

【0046】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して、発明の実施の形態（以下、実施の形態と略称する）に基づき本発明を説明する。

【0047】（実施の形態1）実施の形態1は、本発明の表示用パネル及び表示装置、並びに、本発明の第1の隔壁に係るこれらの製造方法に関し、より具体的に、冷陰極電界電子放出表示装置（以下、単に、電界放出型表示装置と呼ぶ）、及び、電界放出型表示装置を構成する表示用パネル、並びに、これらの製造方法に関する。【0048】実施の形態1の表示用パネル（以下、アノードパネルAと呼ぶ）は、図3に拡大された模式的な一部断面図を示すように、基板20、基板上に形成された隔壁21、隔壁21の間の基板20上に形成された蛍光体層22（青色発光蛍光体層22R、緑色発光蛍光体層22G、青色発光蛍光体層22B）、及び、蛍光体層22の上方の隔壁21の間に、隔壁21に支持された状態で設けられた反射層24を備えている。そして、電界放出型表示装置においては、冷陰極電界電子放出素子を構成する電界電子放出部15）から射出され、反射層24を通過した

16

電子が蛍光体層22に衝突することによって蛍光体層22が発光し、所定の画像を基板20の外表面上に得る。実施の形態1におけるアノードパネルAにおいては、従来のアノードパネルと異なり、反射層24は、実質的に平坦な表面を有する。

【0049】実施の形態1においては、反射層24はアノード電極としても機能し、有効領域を覆う薄い1枚のシート状であり、加速電圧33に接続されている。そして、反射層24は、厚さ約70nmのアルミニウムから成り、隔壁21の側面において支持された状態で設けられている（図1及び図3参照）。

【0050】本発明の表示装置の製造方法によって製造される電界放出型表示装置の構成は、実質的に、図1に示した表示装置と同様である。また、隔壁21とスペーサ25と蛍光体層22の配置状態は図2と同様であり、カソードパネルAの模式的な部分的斜視図は図4と同様である。それ故、電界放出型表示装置の詳細な説明は省略する。

【0051】以下、基板等の模式的な一部断面図である図5、及び、処理層等の模式的な一部断面図である図6～図9を参照して、実施の形態1の表示装置の製造方法、及び、表示用パネル（アノードパネルA）の製造方法を説明する。

【0052】工程100）まず、ガラス基板から成る基板20上に隔壁21を形成する（図5の（A）参照）。隔壁21の平面形状は格子形状（井桁形状）である。具体的には、酸化コバルト等の金属酸化物により黒色に着色した銅ガラス層を約50μmの厚さで形成した後、フォトリソグラフィ技術及びエッチング技術によって銅ガラス層を選択的に加工することにより、格子形状（井桁形状）の隔壁21（図2を参照）を得ることができ、尚、場合によっては、低融点ガラスペーストをクレーン印刷法にて基板20上に印刷し、次いで、かかる低融点ガラスペーストを焼成することによって隔壁21の全面に形成した後、かかる感光性ポリイミド樹脂層を露光、現像することによって、隔壁を形成してもよい。1画面における隔壁21の大きさを、およそ、縦×横×高さが200μm×100μm×50μmとした。尚、隔壁21の形成前に、隔壁21を形成する際に、例えば、アノードパネルAの表面に、例えば、酸化クロムから成るブラックマトリックスを形成することが好ましい。

【0053】工程110）次に、青色発光蛍光体層22Rを形成するために、例えばポリビニルアルコール（PVA）樹脂と水に青色発光蛍光体粒子を分散させ、更に、重クロム酸アンモニウムを添加した青色発光蛍光体スラリーを全面に塗布した後、かかる青色発光蛍光体スラリーを乾燥する。その後、基板20側から青色発光蛍光体層22Rを形成すべき青色発光蛍光体スラリーの一部分に紫外線を照射し、青色発光蛍光体スラリーを露光

17

する。青色発光蛍光体スラリーは基板20側から徐々に硬化する。形成される青色発光蛍光体層22Rの厚さは、青色発光蛍光体スラリーに対する紫外線の照射量により決定される。ここでは、例えば、青色発光蛍光体スラリーに対する紫外線の照射時間を調整して、青色発光蛍光体層22Rの厚さを約8μmとした。その後、青色発光蛍光体スラリーを現像することによって、所定の隔壁21の間に青色発光蛍光体層22Rを形成することができ（図5の（B）参照）。以下、緑色発光蛍光体スラリーに対して同様の処理を行うことによって緑色発光蛍光体層22Gを形成し、更に、青色発光蛍光体スラリーに対して同様の処理を行うことによって青色発光蛍光体層22Bを形成する（図5の（C）参照）。尚、蛍光体層22の表面は、概率的には、複数の蛍光体粒子により凹凸となっている。蛍光体層の形成方法は、以上に説明した方法に限定されず、青色発光体スラリー、緑色発光体スラリー、青色発光体スラリーを順次塗布した後、各蛍光体スラリーを順次露光、現像して、各蛍光体層を形成してもよいし、スクリーン印刷法等により各蛍光体層を形成してもよい。

【0054】工程120）その後、隔壁21及び蛍光体層22が形成された基板20を、処理層40内に満たされた液体（具体的に、水）42中に、蛍光体層22が液面側を向くように浸漬する（図6参照）。尚、排出部41は閉じておく。そして、液面上に、実質的に平坦な表面を有する中間層を形成する。具体的には、液面上に、中間層23を形成するためのラッカーから成る中間層材料23Aを塗布する（図7参照）。ラッカーとして、例えば、ニトロセルロース等の熱可塑性樹脂等を含有する材料を所定の溶剤に溶解させたものを用いることができる。所定の溶剤として、例えば、イソアミルアセテート、ブタノール、トルエン及びキシレンを挙げることができる。ラッカーの組成は、形成される中間層23の硬さや伸び等の特性に対して影響を及ぼし、後述する中間層23の変形特性を決定する因子である。中間層23の材料としてラッカーを用いることにより、その変形特性を制御することが可能となる。従って、ラッカーから成る中間層材料23Aを液面に浮遊させた状態において、例えば2分間程度乾燥させる。これによって、中間層材料23Aは硬化し、液面上に中間層23が平坦に形成される。中間層23を形成する際には、例えば、その厚さが約30nmとなるようにラッカーの塗布量を調整する。

【0055】続いて、図8に示すように、排出部41を開き、処理層40から液体42を排出して液面を降下させることにより、液面上に形成されていた中間層23が隔壁21に近づく方向に移動し、最終的に中間層23が隔壁21に接触する。このとき、隔壁21によって囲まれた基板20の部分20Aには液体が満たされた状態となり、中間層23は、平坦な表面状態をほぼ維持したまま

(10)

18

ま、隔壁21に対して被さるように接触する。【0056】工程130）続いて、中間層23を乾燥させることにより、中間層23を、蛍光体層22の上方の隔壁21の間に、隔壁21に支持された状態にて配設する（図5の（D）参照）。具体的には、平坦な表面状態を維持しつつ、隔壁21の側面において支持された状態で中間層23が配設されるように、中間層23を変形させる。即ち、基板20等を処理層40内から取り出し、図9に示すように、基板20等を乾燥炉43内に導入し、所定の温度環境中に乾燥させる。このとき、例えば、基板20の表面（下面）が傾斜Sに対して角度α（例えば、0°＜α≤45°）を成すように、基板20を傾けた状態で乾燥炉43内に基板20を固定する。尚、図9では、例えば、角度αを比較的大きくした（例えば、α=45°程度）を示している。この場合、基板20が大きく傾くため、隔壁21によって囲まれた基板20の部分20Aを満たしていた液体の大部分が排出され、隔壁21によって囲まれた基板20の部分には僅かな量の液体が残る。このような状態にすると、中間層23が変形し、蛍光体層22の上方に位置する中間層23の底面（以下、単に、中間層23の底面と呼ぶ場合がある）と蛍光体層22の表面との間の距離を短くすることが可能となる。即ち、隔壁21の側面において支持された状態で中間層23が配設される。尚、乾燥時にいて基板20を必ずしも傾けなければならないものではなく、傾けない（角度α=0°）ようにしてもよい。

【0057】この乾燥工程において、中間層23は隔壁21の形状に沿って変形する。具体的には、中間層23のうち、隔壁21によって囲まれた基板20の部分20Aの上方に位置する部分が自重により部分的に伸び、隔壁21の側面に沿って蛍光体層側面に密着するように変形する。しかも、中間層23は適度な硬さを有しているため、中間層23のかかる部分は、その一部が局部的に密着することなく、平坦な表面状態を維持したまま変形する。このとき、中間層23の乾燥時間や乾燥温度を調整することにより、かかる部分が蛍光体層22と接触させることなく、かかる部分が蛍光体層22から所定の間隔を隔てた位置に到達した時点で中間層23の変形を完了させることができる。即ち、上記したラッカーの組成と同様に、中間層23の乾燥時間や乾燥温度等もまた中

間層23の変形特性を決定する因子である。以下では、上記した乾燥工程において生じる中間層23の一連の変形に係る特性を、便宜上、「中間層23の変形特性」と呼ぶ。中間層23の乾燥速度は例えば30°C〜60°Cの範囲内とすることが好ましく、中間層23の乾燥時間は例えば数分〜数十分の範囲内とすることが好ましい。乾燥速度を高くするほど中間層23の変形を早期に完了させることができ、中間層23の底面と蛍光体層22の表面との間の距離を短くすることができる。一方、乾燥速度を低くするほど、中間層23の変形を長期化さ

(11)

19

せ、かかる距離を長くすることが可能となる。勿論、乾燥温度の高底に伴い、乾燥時間は減増する。中間膜23を形成する際には、ラッカーの組成や乾燥条件（乾燥温度、乾燥時間）を適切に調整することにより「中間膜23の変形特性」を制御し、中間膜23の底面と蛍光体層22の表面との間の距離が所望の値となるようにする。また、基板20の傾き角度αを調整して、隔壁21によって囲まれた基板20の部分に残存する液体の量を調整することにより、中間膜23の底面と蛍光体層22の表面との間の距離を制御することもできる。

【0058】[工程-140]その後、中間膜23上に反射膜24を形成する。具体的には、蒸着法又はスパッタリング法により、中間膜23を覆うように、アルミニウム等の導電材料から成り、厚さ70nmの反射膜24を形成する。反射膜24は下地である中間膜23の凹凸に対応した凹凸形状を有する。ここで、隔壁21によって囲まれた基板20の部分20Aの上方に位置する中間膜23の部分の上面に形成された反射膜24は、その表面が実質的に平坦になるように、即ち、微ね傾面を有するように形成される。

【0059】[工程-150] 次いで、400°C程度で中間膜23を焼成する。この焼成処理により中間膜23が焼結して焼失し、隔壁21に対して反射膜24が接合することにより、アノードパネルAPを完成することができ、このとき、隔壁21によって囲まれた基板20の部分20Aの上方に形成された反射膜24の下面と、蛍光体層22との間の距離Dが、例えば30μm程度となるようにする。中間膜23の底面と蛍光体層22の表面との間の距離を制御することによって、距離Dを所望の値とすることができ、尚、焼成時、蛍光体層22等に含まれている溶剤溶剤や隔壁21によって囲まれた基板20の部分20Aに残存していた液体は蒸発する。これらの蒸発や中間膜23の焼結により生じたガスは、例えば、反射膜24のうち、隔壁21の形状に沿って折れ曲がっている領域に生じる微細な孔を通じて外部に排出される。この孔は微細なため、反射膜24の構造的特徴や画像表示特性に深刻な影響を及ぼすものではない。

【0060】[工程-160] 冷熱極電界電子放出素子（以下、電界放出素子と呼ぶ場合がある）が形成されたアノードパネルACPを準備する。アノードパネルACPについては、後に詳述する。そして、電界放出型表示装置の組み立てを行う。具体的には、例えば、アノードパネルACPにスペース25を取り付け、蛍光体層22と電界放出素子とが対向するようにアノードパネルAPとアノードパネルCPとを配置し、アノードパネルAPとアノードパネルCP（より具体的に、基板20と支持体10）とを、セラミックスやガラスから作製された高さ約1mmの枠体30を介して、周縁部において接合する。接合に際しては、枠体30とアノードパネルAPとの接合部位、及び枠体30とアノードパネルCPとの接合部

20

位にフリップトガラスを敷布し、アノードパネルAPとアノードパネルCPと枠体30とを貼り合わせ、予備焼成にてフリップトガラスを焼結した後、約450°Cで10〜30分の本焼成を行う。その後、アノードパネルAPとアノードパネルCPと枠体30とフリップトガラス（図示せず）とによって囲まれた空間を、貫通孔（図示せず）及びツッパ管（図示せず）を通じて排気し、空間の圧力が10⁻⁴Pa程度に達した時点でツッパ管を加熱密封することにより封じ切る。このようにして、アノードパネルAPとアノードパネルCPと枠体30とに囲まれた空間を真空にすることができ、あるいは又、例えば、枠体30とアノードパネルAPとアノードパネルCPとの貼り合わせを高真空雰囲気で行ってもよい、あるいは又、表示装置の構造に依っては、枠体無しで、アノードパネルAPとアノードパネルCPとを貼り合わせてもよい。その後、必要な外部回路との配線接続を行い、表示装置を完成させる。

【0061】実施の形態1の製造方法にて得られたアノードパネルを組み込んだ電界放出型表示装置と、従来の製造方法にて得られたアノードパネルを組み込んだ電界放出型表示装置の製造特性を調べた結果を図10に示す。図10において、横軸は、アノードパネルに相当する反射膜24に対して印刷された電圧値（3キログルト〜10キログルト）を示しており、縦軸は、電界放出型表示装置の傾度（ cd/cm^2 ）の形を示している。また、図10において、「A」は、実施の形態1の製造方法にて得られたアノードパネルを組み込んだ電界放出型表示装置の製造特性を示し、「B」は、従来の製造方法にて得られたアノードパネルを組み込んだ電界放出型表示装置の製造特性を示す。図10に示す製造特性の評価結果から、実施の形態1の製造方法にて得られたアノードパネルを組み込んだ電界放出型表示装置の傾度は、従来の製造方法にて得られたアノードパネルを組み込んだ電界放出型表示装置の傾度よりも約33〜34%程度向上していることが判る。尚、傾度特性を評価する前段階において、傾度計を用いて双方の電界放出型表示装置におけるアノードパネルの透過率を測定した。その結果、透過率は約0.3%であった。このことは、蛍光体層22の上方に位置する反射膜24の部分が連続膜になっていることを示している。

【0062】実施の形態1の製造方法にて得られたアノードパネルにおいては、図3に拡大した模式的な一部端面図を示すように、蛍光体層22の上方に位置する反射膜24の部分は、実質的に平坦な表面を有する。従って、蛍光体層22からアノードパネル側に向かって放射された光は、蛍光体層22の上方に位置する反射膜24の部分で反射され、アノードパネルAPを通して外部へ放射される。

【0063】一方、図6に拡大した模式的な一部端面図を示すように、従来の製造方法にて得られたアノード

21

パネルにおいては、蛍光体層22の上方に位置する反射膜24の部分は、凹凸状態にある。従って、蛍光体層22からアノードパネル側に向かって放射された光は、蛍光体層22の上方に位置する反射膜24の部分で乱反射され、アノードパネルAPを通して外部へ放射される光量が減少する。

【0064】このように、蛍光体層22の上方に位置する反射膜24の部分が実質的に平坦な表面を有することによって、電界放出型表示装置の傾度向上を図ることができる。

【0065】尚、実施の形態1の製造方法にて得られたアノードパネルにおいては、反射膜24が隔壁21の側面において支持された状態で設けられているので、電子放出部15から射出され、反射膜24の衝突し、反射膜24によって反射された電子が、他の蛍光体層に侵入し難くなるといった効果も有する。

【0066】実施の形態1における製造方法では、中間膜23を構成するラッカーの組成やその乾燥条件（乾燥温度、乾燥時間）を調整して中間膜23の変形特性を適切に制御することにより、中間膜23と隔壁21とを接合させた後、隔壁21の形状に沿って中間膜23を変形させることができる。それ故、図5の（D）に示したように、蛍光体層22の上方に位置する中間膜23の部分2が、平坦な表面状態を維持しつつ、自重により、蛍光体層22から所定の間隔を隔てた状態で落ち込む。このようにして、中間膜23の微細な特徴を有する中間膜23を安定して形成することができる。

【0067】尚、このような構造的特徴を有する中間膜23を形成するための他の形成手法として、例えば、

[工程-110]の後、各蛍光体層22上に、可溶性樹脂材料層28を、その表面が平坦になるように形成し（図67の（A）参照）、続いて、全体を覆うように反射膜24を形成する（図67の（B）参照）。PVA等には、可溶性樹脂材料層28は、例えば、PVA等にADC（重クロム酸アブモニウム）を添加した材料から成り、中間膜23と同様に焼結させることにより焼失させることが可能である。しかしながら、このような手法を用いた場合、可溶性樹脂材料層28の焼結により多量のガスが発生し、このガスの膨張作用により反射膜24が歪んで浮いたり、破れてしまう。反射膜24の破損等は、不要な放電現象等を誘発し、電界放出型表示装置の故障の原因となる。これに対して、実施の形態1においては、多量のガスを発生させる可溶性樹脂材料層28を用いることなく、中間膜23を形成するので、中間膜23の焼成工程において反射膜24等が膨張等を受けることがない。尚、焼成工程において中間膜23の乾燥ガスや水蒸気等が生じ、これらの発生量は可溶性樹脂材料層28の乾燥により生じるガスの発生量に比べれば僅かであるため、反射膜24に破損等は生じない。

(12)

22

【0068】特に、実施の形態1では、ラッカーの組成やその乾燥条件（乾燥温度、乾燥時間等）を調整することにより、中間膜23の変形特性を利用して、蛍光体層22の上方に位置する中間膜23の部分と蛍光体層22との間の距離を制御することができ、これにより、蛍光体層22の上方に位置する反射膜24の部分と蛍光体層22との間の距離Dを高い自由度で設定することができる。

【0069】電界放出型表示装置から成る表示装置におけるアノードパネルあるいは表示用パネルにおける隔壁21、スペース25及び蛍光体層22の配置の変形例を、図11の配置図に模式的に示す。この例においては、隔壁21の平面形状は、略矩形状の蛍光体層22の対向する二辺と平行に延びる帯状形状（ストライプ形状）を有する。尚、蛍光体層22を、図11の上下方向に延びるストライプ状とすることもできる。

【0070】電界放出型表示装置から成る表示装置におけるアノードパネルあるいは表示用パネルの変形例の模式的な一部端面図を、図12の（A）、（B）、図13の（A）、（B）に示す。

【0071】図12の（A）に示す例においては、反射膜24は、隔壁21の頂面において支持された状態で設けられている。このような反射膜24は、[工程-130]において、中間膜23が比較的に変形し難くなるように、ラッカーの組成等を調整すると共に、中間膜23の乾燥時、基板20を傾けないようにすることを得ることができる。基板20を傾けない場合には、隔壁21によって囲まれた基板20の部分20Aに隣接された液体が排出されずに残存し、この液体の存在により中間膜23の変形が抑制される。即ち、基板20の傾き角度αもまた、中間膜23の変形特性を決定する因子である。あるいは又、このような反射膜24は、後述する実施の形態2の製造方法にて製造することができる。

【0072】図12の（B）及び図13の（A）に示す例においては、図3及び図12の（A）に示した構造に、更に、蛍光体層22の上方であって反射膜24の下側の隔壁21の間に、隔壁21に支持された状態で設けられた第2の反射膜26を更に備えている。このような構造は、例えば、実施の形態1の製造方法の[工程-100]〜[工程-150]を実行した後、再び、[工程-120]〜[工程-150]を実行することによって、あるいは又、実施の形態1の製造方法の[工程-100]〜[工程-110]を実行した後、従来の製造方法の[工程-30]、[工程-40]を実行し、更に、実施の形態1の製造方法の[工程-120]〜[工程-150]を実行することによって得ることができる。あるいは又、実施の形態1の製造方法の[工程-100]〜[工程-150]を実行した後、後述する実施の形態2の製造方法を実行することによって、あるいは又、実施の形態1の製造方法の[工程-100]〜[工程-1

(13)

23

100] を実行した後、従来の製造方法の [工程-30]、[工程-40] を実行し、更に、実施の形態2の製造方法を実行することによって得ることができる。

[0073] 図13の(B)に示す例においては、蛍光体22と基板20との間に、反射膜24とは別に、アノード電極27が形成されている。このような構造のアノードパネルは、実施の形態1の製造方法の [工程-100] において、隔壁21を形成する前に、基板20上にアノード電極27を予め形成しておけばよい。隔壁21の形状に依っては、隔壁21の形成後にアノード電極27を形成してもよい。尚、このような構造のアノードパネルは、図12の(A)、(B)、図13の(A)にて説明したアノードパネルに対しても適用することができる。

[0074] ところで、以下に説明する各種の構成を有するアノードパネルを想定して、後方散乱電子がスペーサ等に与える影響等を低減できる効果とその理由を以下に説明する。そのために、電子散乱シミュレーションをを行った。尚、電子散乱シミュレーションにおいては10万回の電子が入射するとし、(Bethe)の式 ("Practice Scanning Electron Microscopy", J.I. Goldstein and R. Yekowitz, pp 50, Plenum Press, New York (1975) 抄照) に基づきモンテカルロシミュレーションを行った。即ち、或るエネルギー及び入射角で入射した電子は、以下に説明する各層中で原子との衝突による散乱で、或方向を逸えながら、固有のエネルギーの減衰を経て、或一定の電子エネルギー値まで減衰したときに層内に止まるという過程を計算した。

[0075] 図14の(A)及び図15の(A)には、厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜に入射角0度で入射した電子の挙動を示す。また、図14の(B)及び図15の(B)には、厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜及びその下方にZnS層から成る蛍光体層が存在する場合に、反射膜に入射角0度で入射した電子の挙動を示す。更に、図14の(C)及び図15の(C)には、ZnS層に入射角0度で入射した電子の挙動を示す。尚、図14及び図15は一種の様相グラフであり、図14中、縦軸は、電子1つ当たり、電子がエネルギー減衰によって各層に残っていく蓄積エネルギーの1電子当たりの平均を絶対値で示し、図15中、縦軸は百分率で示す。

[0076] ここで、図14の(A)及び図15の(A)の様相グラフにおいて、最も上に位置する白抜きの部分は、反射膜を透過する電子を示し、中間に位置する黒い部分は反射膜にて反射された電子を示し、最も下に位置する灰色の部分は反射膜に吸収される電子を示す。また、図14の(B)及び図15の(B)の様相グラフにおいて、最も上に位置する白抜きの部分はシミュレーションにおいて生じた誤差を示し、その下に位置する黒い部分は反射膜にて反射された電子を示し、その下に位置

24

する灰色の部分は反射膜に吸収される電子を示し、最も下に位置する白抜きの部分はZnS層に吸収される電子を示す。更に、図14の(C)及び図15の(C)の様相グラフにおいて、最も上に位置する白抜きの部分はシミュレーションにおいて生じた誤差を示し、その下に位置する黒い部分は反射膜にて反射された電子を示し、その下に位置する白抜きの部分はZnS層に吸収される電子を示す。

[0077] 図16の(A)には、厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜及びその下方にZnS層が存在する場合に、反射膜に入射角0度で入射した電子であって、反射膜によって反射される (即ち、後方散乱される) 電子の有するエネルギー分布を示す。また、図16の(B)には、ZnS層に入射角0度で入射した電子であって、ZnS層によって反射される (即ち、後方散乱される) 電子の有するエネルギー分布を示す。更に、図17の(A)には、厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜及びその下方にZnS層が存在する場合に、反射膜に入射角0度で入射した電子であって、反射膜によって反射される (即ち、後方散乱される) 電子の有するエネルギー分布を示す。また、図17の(B)には、ZnS層に入射角0度で入射した電子であって、ZnS層によって反射される (即ち、後方散乱される) 電子の有するエネルギー分布を示す。ここで、図17中、「HV」は、散乱角度分布を示す。また、図17の破綻及び縦軸は、原点がグラフ上の点を結んだ長さが、入射電子軸に対してその方向に後方散乱する電子個数の割合を示すような数値を示す。全体の広がりが大きければ、入射電子総数に対する後方散乱電子個数の割合が大きい。[0078] 図18の(A)、(B)、(C)には、30nm、50nm、70nm、100nm、150nmの厚さを有するアルミニウムから成る反射膜に、加速電圧6キロボルト、8キロボルト、10キロボルトの電子を入射角0度で入射させたとき、反射膜を透過してきた電子の有するエネルギーをヒストグラムで表す。尚、図18の(A)において、エネルギー約4.95eVの所に認められる小さなピークは、厚さ150nmの反射膜を透過してきた電子の有するエネルギーをヒストグラムであり、エネルギー約5.35eVの所に認められるピークは、厚さ100nmの反射膜を透過してきた電子の有するエネルギーをヒストグラムであり、エネルギー約5.55eVの所に認められるピークは、厚さ70nmの反射膜を透過してきた電子の有するエネルギーをヒストグラムであり、エネルギー約5.7eVの所に認められるピークは、厚さ50nmの反射膜を透過してきた電子の有するエネルギーをヒストグラムであり、エネルギー約5.8eVの所に認められるピークは、厚さ30nmの反射膜を透過してきた電子の有するエネルギーをヒストグラムである。図18の(B)及び図18の(C)において、最も低いエネルギーの値において現れるピーク

25

は、厚さ150nmの反射膜を透過してきた電子の有するエネルギーをヒストグラムである。

[0079] 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜に、入射角を0度、15度、30度、45度、60度、75度の6通り、電子の加速電圧を1キロボルト、4キロボルト、8キロボルトの3通りで変化させたとき、入射電子1つ当たりの反射膜に蓄積されるエネルギー平均値、後方散乱電子のエネルギー平均値、その他失われたエネルギーの絶対値を図19の(A)及び(B)、図20の(A)及び(B)、図21の(A)及び(B)に示し、それらの百分率を、図22の(A)及び(B)、図23の(A)及び(B)、図24の(A)及び(B)に示す。尚、図19～図24の各々グラフは3つの部分から構成されているが、最も上の部分は、アルミニウムから成る反射膜を透過する電子のエネルギー、第一、其中の部分は後方散乱される電子のエネルギー、最も下の部分はそれと失われた電子のエネルギーを表す。[0080] シミュレーションの結果を纏めると、以下の通りとなる。

[0081] [結果-1] 図14の(B)、図15の(B)と、図14の(C)、図15の(C)とを比較すると、特に、ZnS層において、低加速電圧側 (例えば、加速電圧1キロボルト等) において、後方散乱エネルギーの割合が高い。従って、蛍光体層表面における後方散乱電子 (カソードパネル側に向かって反射する電子) を、反射膜の存在によって効果的に遮蔽し得ることが判る。

[0082] [結果-2] また、図14の(A)及び図15の(A)の結果から、反射膜の厚さが70nmでは、反射膜を透過する電子が非常に多く、しかも、後方散乱電子 (カソードパネル側に向かって反射する電子) が非常に少ないことが判る。そして、電子の加速電圧が高くなるに従い、殆どの電子が反射膜を透過することが判る。尚、加速電圧の値が小さい電子においては、電子のエネルギーは反射膜によって殆どが吸収されてしまい、反射膜を透過する電子の割合は低い。

[0083] [結果-3] 図16から、電子の加速電圧が如何なる値であっても、後方散乱電子のエネルギー値は広範囲に広がっていることが判る。これは、たとえ、高エネルギーの電子群が反射膜に入射したとしても、後方散乱電子の有するエネルギーのピークは、反射膜への入射時のエネルギーよりも低くなっていることを示している。

[0084] [結果-4] 図17から、後方散乱された電子は様々な角度分布を持って散乱することが判る。[0085] [結果-5] また、図16の(A)と(B)とを比較すると、低加速電圧の場合、 $A1/Zn$ S層と比べて、ZnS層によって電子は逃がしに大きな平均エネルギー値を持って後方散乱することが判る。但し、加速電圧の値が大きくなると、後方散乱電子の平均

26

エネルギー値は急激に下がる。

[0086] [結果-6] 図18から、反射膜に入射した電子は、約0.5keVのエネルギーを減少しただけで、反射膜を透過することが判る。特に、加速電圧6キロボルト以上においては、反射膜の厚さが150nmの場合、反射膜に入射した電子の90%以上は、反射膜への入射時のエネルギーよりも2keV程度以下しかエネルギーは減少しない。

[0087] [結果-7] 図19～図24から、反射膜への入射角が大きくなる程、後方散乱電子の割合が高くなり、反射膜を透過する電子の割合が小さくなることが判る。

[0088] 以上のシミュレーションの結果から、本発明の効果は、以下のように説明される。

[0089] 蛍光体層を励起するために電子線から射出された電子は、反射膜に入射する。[結果-2] 及び[結果-6] から明らかのように、高電圧で加速し、エネルギー値の揃った電子群の殆どは、反射膜を透過し、蛍光体層22に入射する。反射膜の存在は、[結果-1] から明らかのように、蛍光体層22で反射された (後方散乱された) 電子を遮蔽するといった重要な役割を果たす。ここで、蛍光体層22からの後方散乱電子の物理的性質を考えれば、たとえ電子が蛍光体層に垂直に入射したとしても、[結果-4] から明らかのように、後方散乱電子は様々な角度分布を持って散乱する。中には、入射してきた方向と180度の後方に (即ち、蛍光体層の表面から垂直に) 反射する電子もあるが、その多くは、斜めに散乱する。[結果-3] から明らかのように、後方散乱電子の多くは、反射膜24及び蛍光体層22の内部でエネルギーを失った後、反射膜24及び蛍光体層22から出てくるので、入射エネルギー値以下のエネルギー値しか有しておらず、たとえ、加速電圧が8キロボルトのような高電圧であっても、後方散乱電子の有するエネルギー値はその半分にも満たない場合もある。[結果-6] 及び[結果-7] から明らかのように、蛍光体層22の表面において後方散乱し (反射し)、入射時よりも低いエネルギー側にシフトし、更に、反射膜24に対して斜めに入射する (即ち、入射角が0度ではない) 一部の電子は、その多くが反射膜24によって吸収されるが、あるいは又、蛍光体層側に散乱される。[0090] 以上の結果として、実施の形態1の構造を有するアノードパネルAPにおいては、電子線から射出され、反射膜24を一旦透過した電子は、反射膜24から電子線側側に再び射出される確率が小さく、所謂、スペーサの可塑性という現象を効果的に抑制することができる。尚、以上の結果から、反射膜24は、蛍光体層22に入射する高速に加速された電子の殆どを透過させる厚さを有することが好ましく、具体的には、反射膜24の厚さは、30nm乃至150nmであることが好ましい。あるいは又、反射膜24は、蛍光体層22から反

27

出した電子、あるいは、蛍光体層22から放出された二次電子を蛍光体層22に向かって反射させ、あるいは又、これらの電子を反射鏡24にて反射するような厚さであることが好ましい。

【0091】(実施の形態2) 実施の形態1は、本発明の表示用パネル及び表示装置、並びに、本発明の第2の態様に係るこれらの製造方法に関し、より具体的には、電界放出型表示装置、及び、電界放出型表示装置を構成する表示用パネル、並びに、これらの製造方法に関する。

【0092】実施の形態2においては、図12の(A)に示した構造のアンロード電極を製造することができ、以下、実施の形態2の製造方法を説明する。

【0093】[工程-200] 先ず、実施の形態1の[工程-100]、[工程-110]と同様に、基板20上に、隔壁21及び蛍光体層22を形成する。

【0094】[工程-210] 例えば、裏打ちされたアルミニウム箔のロールを準備する。そして、例えば、ロールコッターを用いて、隔壁21の頂面に接着剤を塗布し、次いで、エタローラーを用いてアルミニウム箔を隔壁の頂面に圧着した後、接着剤を硬化させる。これによって、隔壁21の頂面に、実質的に平坦な表面を有することができ、尚、接着剤として、硬化後に真空雰囲気中に置かれたとき、ガス放出の無い、あるいは少ない接着剤を適定することが好ましい。

【0095】(実施の形態3) 以下、各種の電界放出素子について説明する。

【0096】電界放出素子は、以下の3つの態様に分類することができ、即ち、第1の構造の電界放出素子は、(イ) 支持体と、(ロ) 支持体上に設けられたストライプ状のアンロード電極と、(ハ) 支持体及びアンロード電極上に形成された絶縁層と、(ニ) 絶縁層上に設けられたストライプ状のゲート電極と、(ホ) ゲート電極を貫通した開口部、及び、絶縁層を貫通し、開口部と連通した孔部と、(ヘ) 孔部の底部に位置するアンロード電極の部分の上に設けられた電子放出部、から成り、孔部の底部に露出した電子放出部から電子が放出される構造を有する。

【0097】このような第1の構造を有する電界放出素子として、スピント型(円錐形の電子放出部が、孔部の底部に位置するアンロード電極の部分の上に設けられた電界放出素子)、クラウン型(王冠状の電子放出部が、孔部の底部に位置するアンロード電極の部分の上に設けられた電界放出素子)、扇型(略平面の電子放出部が、孔部の底部に位置するアンロード電極の部分の上に設けられた電界放出素子)を挙げることができる。

【0098】第2の構造の電界放出素子は、(イ) 支持体と、(ロ) 支持体上に設けられたストライプ状のアンロード電極と、(ハ) 支持体及びアンロード電極上に形成さ

(15)

28

れた絶縁層と、(ニ) 絶縁層上に設けられたストライプ状のゲート電極と、(ホ) ゲート電極を貫通した開口部、及び、絶縁層を貫通し、開口部と連通し、底部にアンロード電極が露出した孔部、から成り、孔部の底部に露出したアンロード電極の部分から電子放出部が相当し、かかる孔部の底部に露出したアンロード電極の部分から電子を放出する構造を有する。

【0099】このような第2の構造を有する電界放出素子として、平坦なアンロード電極の表面から電子を放出する平面型電界放出素子、凹部が形成されたアンロード電極の表面の凸部から電子を放出するクレータ型電界放出素子を挙げることができる。

【0100】第3の構造の電界放出素子は、(イ) 支持体と、(ロ) 支持体の上方に設けられ、エッジ部を有するストライプ状のアンロード電極と、(ハ) 少なくともアンロード電極上に形成された絶縁層と、(ニ) 絶縁層上に設けられたストライプ状のゲート電極と、(ホ) 少なくとも、ゲート電極を貫通した開口部、及び、絶縁層を貫通し、開口部と連通した孔部、から成り、孔部の底部若しくは開口部に露出したアンロード電極の側面に露出したアンロード電極のエッジ部から電子を放出する構造を有する。このような構造を有する電界放出素子はエッジ型電界放出素子とも呼ばれる。

【0101】スピント型電界放出素子においては、電子放出部を構成する材料として、タンタムステン、タンタムラン合金、モリブデン、モリブデン合金、チタン、チタン合金、ニオブ、ニオブ合金、タンタル、タンタル合金、クロム、クロム合金、及び、不純物を含有するシリコン(ボリシリコンやアモルファスシリコン) から成る群から選択された少なくとも1種類の材料を挙げることができ、スピント型電界放出素子の電子放出部は、例えば、蒸着法やスパッタリング法、CVD法によって形成することができる。

【0102】クラウン型電界放出素子においては、電子放出部を構成する材料として、導電性粒子、あるいは、導電性粒子とバインダの組合せを導電性粒子、あるいは、導電性粒子として、黒鉛等のカーボン系材料、タンタム

レン(W)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)、チタン(Ti)、モリブデン(Mo)、クロム(Cr)等の高融点金属；あるいはITO(インジウム錫酸化物)等の透明導電性材料を挙げることができる。バインダとして、例えば水ガラスといったガラスや汎用樹脂を使用することができる。汎用樹脂として、塩化ビニル系樹脂、ポリオレフィン系樹脂、ポリビタ系樹脂、セロロースエステル系樹脂、フッ素系樹脂等の熱可塑性樹脂や、エポキシ系樹脂、アクリル系樹脂、ポリエスチル系樹脂等の熱硬化性樹脂を例示することができる。電子放出効率の向上のためには、導電性粒子の粒径が電子放出部の寸法に比べて十分に小さいことが好ましい。導電性粒子の

29

形状は、球形、多面体、板状、針状、柱状、不定形等、特に限定されないが、導電性粒子の露出部が鋭い突起となり得るような形状であることが好ましい。寸法や形状の異なる導電性粒子を混合して使用してもよい。クラウン型電界放出素子の電子放出部は、例えば、リフトオフ法と組み合わせた蝕除法、蒸着法、スパッタリング法によって形成することができる。

【0103】扇型電界放出素子においては、電子放出部を構成する材料として、アンロード電極を構成する材料よりも仕事関数の小さい材料から構成することが好ましく、どのような材料を選択するかは、アンロード電極を構成する材料の仕事関数、ゲート電極とアンロード電極との間の電位差、要求される放出電子電流密度の大きさ等に基づいて決定すればよい。電界放出素子におけるアンロード電極を構成する代表的な材料として、タンタムステン(Φ=4.55eV)、ニオブ(Φ=4.02~4.87eV)、モリブデン(Φ=4.53~4.95eV)、アルミニウム(Φ=4.28eV)、銅(Φ=4.6eV)、タンタル(Φ=4.3eV)、クロム(Φ=4.5eV)、シリコン(Φ=4.9eV)を例示することができ、電子放出部は、これらの材料よりも小さな仕事関数Φを有していることが好ましく、その値は概ね3eV以下であることが好ましい。かかる材料として、炭素(Φ<1eV)、セシウム(Φ=2.14eV)、LaB₆(Φ=2.66~2.76eV)、BaO(Φ=1.6~2.7eV)、SrO(Φ=1.25~1.6eV)、Y₂O₃(Φ=2.0eV)、CaO(Φ=1.6~1.8eV)、BeS(Φ=2.05eV)、TiN(Φ=2.92eV)、ZrN(Φ=2.92eV)を例示することができる。仕事関数Φが2eV以下である材料から電子放出部を構成することが、一層好ましい。尚、電子放出部を構成する材料は、必ずしも導電性を備えている必要はない。

【0104】特に好ましい電子放出部の構成材料として、炭素、より具体的にはダイヤモンド、中でもアモルファスダイヤモンドを挙げることができる。電子放出部をアモルファスダイヤモンドから構成する場合、5×10¹⁴/m²以下の電界強度にて、表示装置に必要な放出電子電流密度を得ることができる。また、アモルファスダイヤモンドは電気抵抗体であるため、各電子放出部から得られる放出電子電流を均一化することができる。よって、表示装置に組み込まれた場合の輝度はぼんつきや抑制が可能となる。更に、アモルファスダイヤモンドは、表示装置内の塊質のイオンによるスパッタ作用に対して極めて高い耐性を有するので、電界放出素子の長寿命化を図ることができる。

【0105】あるいは又、電子放出部を構成する材料として、かかる材料の2次電子利得6がアンロード電極を構成する導電性材料の2次電子利得6よりも大きくなるような材料から適宜選択してもよい。即ち、銀(Ag)、

(16)

30

アルミニウム(A1)、金(Au)、コバルト(Co)、銅(Cu)、モリブデン(Mo)、ニオブ(Nb)、ニッケル(Ni)、白金(Pt)、タンタル(Ta)、タンタム(W)、ジルコニウム(Zr)等の金属、シリコン(Si)、アルミニウム(Ge)等の半導体、炭素やダイヤモンド等の無機固体、及び酸化アルミニウム(A1₂O₃)、酸化バリウム(BaO)、酸化ベリリウム(BeO)、酸化カルシウム(CaO)、酸化マグネシウム(MgO)、酸化錫(SnO₂)、フッ化バリウム(BaF₂)、フッ化カルシウム(CaF₂)等の化合物の中から、適宜選択することができる。尚、電子放出部を構成する材料は、必ずしも導電性を備えている必要はない。

【0106】第2の構造を有する電界放出素子(平面型電界放出素子あるいはクレータ型電界放出素子)、若しくは第3の構造を有する電界放出素子(エッジ型電界放出素子)においては、電子放出部に相当するアンロード電極を構成する材料として、タンタムステン(W)やタンタル(Ta)、ニオブ(Nb)、チタン(Ti)、モリブデン(Mo)、クロム(Cr)、アルミニウム(A1)、銅(Cu)、金(Au)、銀(Ag)等の金属、あるいはこれらの合金や化合物(例えばTiN等の置換物や、WSi₂、MoSi₂、TiSi₂、TaSi₂等のシリサイド)、あるいはダイヤモンド等の半導体、炭素を例示することができる。かかるアンロード電極の厚さは、おおよそ0.05~0.5μm、好ましくは0.1~0.3μmの範囲とすることが望ましいが、かかる範囲に限定するものではない。アンロード電極の形成方法として、例えば電子ビーム蒸着法や熱アーク蒸着法といった蒸着法、スパッタリング法、CVD法やイオンプラズマ法とエッチング法との組合せ、スクリュー印刷法やメッキ法を挙げることができる。スクリュー印刷法やメッキ法によれば、直線、ストライプ状のアンロード電極を形成することが可能である。

【0107】あるいは又、第3の構造(平面型電界放出素子あるいはクレータ型電界放出素子)、第3の構造を有する電界放出素子(エッジ型電界放出素子)、あるいは、扇型電界放出素子から成る第1の構造を有する電界放出素子においては、アンロード電極や電子放出部を、導電性微粒子を分散させた導電性ペーストを用いて形成することもできる。導電性微粒子としては、グラファイト粉末、酸化バリウム粉末、酸化ストロンチウム粉末、金属粉末の少なくとも一種を混合したグラファイト粉末、炭素、シリコン、ホウ素、トリチウム等の不純物を含むダイヤモンド粒又はダイヤモンドブライク・カーボン粉末、カーボン・ナノ・チューブ粉末、(Si、Ba、Ca)CO₃粉末、シリコン・カーボン粉末を例示することができる。特に、導電性微粒子としてグラファイト粉末を選択することが、周囲電界の低減や電子放出部の耐久性の観点から好ましい。導電性微粒子の形状を、

(17)

32

球状、片状の他、任意の定形形状や不定形形状とすることができ、また、導電性微粒子の粒径は、カソード電極や電子放出部の厚さやバターン幅以下であればよい。粒径が小さい方が、単位面積当たりの放出電子数を増大させることができるが、あまり小さ過ぎるとカソード電極や電子放出部の導電性が劣化する虞がある。よって、好ましい粒径の範囲は概ね $0.01 \sim 4.0 \mu\text{m}$ である。かかる導電性微粒子をガラス成分その他の適当なバインダと混合して導電性ペーストを調製し、この導電性ペーストを用いてスクリーン印刷法により所望のバターンを形成した後、バターンを焼成することによって電子放出部として機能するカソード電極や電子放出部を形成することができる。あるいは、スピンコート法とエッチング技術の組み合わせにより、電子放出部として機能するカソード電極や電子放出部を形成することもできる。

【0108】また、スピント型電界放出素子やクラウン型電界放出素子から成る第1の構造を有する電界放出素子においては、カソード電極を構成する材料として、タングステン(W)、ニオブ(Nb)、タンタル(Ta)、クロム(Cr)、アルミニウム(Al)、モリブデン(Mo)、銅(Cu)等の金属、これらの金属元素を含む合金あるいは化合物(例えばTiN等の窒化物や、WSi₂、MoSi₂、TiSi₂、TaSi₂等のシリサイド)、あるいはシリコン(Si)等の半導体やダイヤモンド、カーボン、ITO(インジウム酸化物)を例示することができる。

【0112】絶縁層の構成材料として、SiO₂、SiN、SiON、SOG(スピノオンガラス)を、単独あるいは適宜組み合わせて使用することができる。絶縁層の形成には、CVD法、塗布法、スパッタリング法、スクリーン印刷法等の公知のプロセスが利用できる。

【0113】以下、各種の電界放出素子及びその製造方法を説明する。

【0114】[スピン型電界放出素子] 図26の(B)に示す電界放出素子は、円筒形の電子放出部15を有する所謂スピント型電界放出素子である。スピント型電界放出素子は、支持体10と、支持体10上に設けられたストライプ状のカソード電極11と、支持体10及びカソード電極11上に形成された絶縁層12と、絶縁層12上に設けられたストライプ状のゲート電極13と、ゲート電極13を貫通した開口部2、及び、絶縁層12を貫通した孔部と、孔部の底部に露出した電子放出部15から成り、孔部の底部に露出した電子放出部15から電子が放出される構造を有する。このスピント型電界放出素子の製造方法の概要を、以下、支持体等の模式的な一部断面図である図25及び図26を参照して説明する。

【0115】[工程-A1] 先ず、例えばガラスから成る支持体10上にニオブ(Nb)から成るストライプ状のカソード電極11を形成した後、全面にSiO₂から成る絶縁層12を形成し、更に、ストライプ状のゲート電極13を絶縁層12上に形成する。ゲート電極13の形成は、例えば、スパッタリング法、リソグラフィ技術及びドライエッチング技術に基づき行うことができる。【0116】[工程-A2] 次に、ゲート電極13及び絶縁層12に、エッチング用マスクとして機能するレジスト層16をリソグラフィ技術によって形成する(図25の(A)参照)。その後、RIE(反応性イオンエッチング)法にてゲート電極13に開口部を形成し、更に、開口部14を形成する。開口部14の形成は、開口部14の底面に露出した電子放出部15から電子が放出される構造を有する。このスピント型電界放出素子の製造方法の概要を、以下、支持体等の模式的な一部断面図である図25及び図26を参照して説明する。

【0117】以下、各種の電界放出素子及びその製造方法を説明する。

(18)

33

に、絶縁層12に孔部を形成する。尚、以下の説明において、特に断りのない限り、開口部及び孔部を総称して開口部14と表現する。開口部14(孔部)の底部にカソード電極11が露出している。その後、レジスト層16をエッチング技術によって除去する。こうして、図25の(B)に示す構造を得ることができる。

【0117】[工程-A3] 次に、開口部14の底部に露出したカソード電極11上に、電子放出部15を形成する。具体的には、アルミニウムを斜め蒸着することにより、斜め層17を形成する。このとき、支持体10の法線に対する蒸着粒子の入射角を十分に大きく選択することにより、開口部14の底部にアルミニウムを殆ど堆積させることなく、ゲート電極13及び絶縁層12上に斜め層17を形成することができる。この斜め層17は、開口部14の開口端部から底面に張り出しており、これにより開口部14が実質的に縮径される(図25の(C)参照)。

【0118】[工程-A4] 次に、全面に例えばモリブデン(Mo)を垂直蒸着する。このとき、図26の(A)に示すように、斜め層17上でオーバーハング形状を有するモリブデンから成る導電材料層18が成長するに伴い、開口部14の実質的な径が次第に縮小されるので、開口部14の底部において堆積に寄与する蒸着粒子は、次第に開口部14の中央付近を通過するものに限られるようになる。その結果、開口部14の底部には円筒形の堆積物が形成され、この円筒形のモリブデンから成る堆積物が電子放出部15となる。

【0119】[工程-A5] その後、電気化学的プロセス及び湿式プロセスによって斜め層17を絶縁層12及びゲート電極13の表面から剥離し、絶縁層12及びゲート電極13の上方の導電材料層18を選択的に除去する。その結果、図26の(B)に示すように、開口部14の底部に位置するカソード電極11上に円筒形の電子放出部15を残すことができる。その後、絶縁層12を等方的にエッチングし、ゲート電極13の開口部端部を露出させることが好ましい。等方的なエッチングは、典型的には、ウェットエッチング、あるいはラジカルが主となるドライエッチング条件下で行うことができる。

【0120】[クラウン型電界放出素子] クラウン型電界放出素子から成る電界放出素子の模式的な一部断面図を図28の(A)に示し、一部を切り欠いた模式的な断面図を図28の(B)に示す。クラウン型電界放出素子は、支持体10上に形成されたカソード電極11と、支持体10及びカソード電極11上に形成された絶縁層12と、絶縁層12上に形成されたゲート電極13と、ゲート電極13及び絶縁層12を貫通した開口部14と、開口部14(孔部)の底部に位置するカソード電極11の部分の上に設けられたクラウン(王冠)型の電子放出部15から構成されている。

34

【0121】以下、クラウン型電界放出素子の製造方法を、支持体等の模式的な一部断面図等である図27～図28を参照して説明する。

【0122】[工程-B1] 先ず、例えばガラスから成る支持体10上に、ストライプ状のカソード電極11を形成する。尚、カソード電極11は、図面の断面法方向に延びている。ストライプ状のカソード電極11は、例えば支持体10上にITO膜をスパッタリング法により約 $0.2 \mu\text{m}$ の厚さに全面に互って形成した後、ITO膜をパターニングすることによって形成することができる。カソード電極11は、単一の材料層であってよく、複数の材料層を積層することによって構成することもできる。例えば、後の工程で形成される各電子放出部の電子放出特性のばらつきを抑制するために、カソード電極11の表面層を炭素よりも電気抵抗率の高い材料で構成することができる。尚、このようなカソード電極の構成は、他の電界放出素子のカソード電極に適用することもできる。次に、支持体10及びカソード電極11上に絶縁層12を形成する。ここでは、一例としてガラスペーストを全面に約 $3 \mu\text{m}$ の厚さにスクリーン印刷する。

次に、絶縁層12に含まれる水分や溶剤を除去し、且つ、絶縁層12を平坦化するために、例えば 100°C 、10分間の仮焼成、及び 500°C 、20分間の本焼成といった2段階の焼成を行う。尚、上述のようなガラスペーストを用いたスクリーン印刷に替えて、例えばプラズマCVD法によりSiO₂膜を形成してもよい。

【0123】次に、絶縁層12上に、ストライプ状のゲート電極13を形成する。尚、ゲート電極13は、図面の断面法方向に延びている。即ち、ゲート電極13の対称性の延びる方向は、ストライプ状のカソード電極11の対称性の延びる方向と90度を成す。

【0124】[工程-B2] 次に、[工程-A2]と同様に、ゲート電極13及び絶縁層12をR1法に基づきエッチングし、ゲート電極13及び絶縁層12に開口部14を形成し、開口部14(孔部)の底部にカソード電極11を露出させる。開口部14の直径を約 $2 \sim 50 \mu\text{m}$ とする。

【0125】[工程-B3] 次に、ゲート電極13上、絶縁層12上、及び開口部14の側壁面上に絶縁層51を形成する(図27の(A)参照)。かかる絶縁層51を形成するには、例えば、フォトレジスト材料をスピンコーティング法により全面に塗布し、開口部14の底部の一部分のみを除去するようパターニングを行う。この時点で、開口部14の実質的な径は、約 $1 \sim 20 \mu\text{m}$ に縮径される。

【0126】[工程-B4] 次に、図27の(B)に示すように、全面に組成物原料から成る導電性組成物52を形成する。ここで使用する組成物原料は、例えば、導電性粒子として平均粒径約 $0.1 \mu\text{m}$ の黒鉛粒子を60重量%、バインダとして4号の水ガラスを40重量%

35

含む。この組成物原料を、例えば1400℃、10秒間の条件下にスベコートする。開口部14内における導電性組成物層52の表面は、組成物原料の表面に起因して、開口部14の側面面において盛り上がり、開口部14の中央部に向かって窪む。その後、導電性組成物層52に含まれる水分を除去するための乾燥成を、例えば大気中、400℃で30分間行う。

【0127】組成物原料において、バインダは、(1) それ自身が導電性粒子の分散媒であつてもよい、

(2) 導電性粒子を被覆していてもよい、(3) 適当な溶媒に分散あるいは溶解されることによつて、導電性粒子の分散媒を構成してもよい、(3)のケースの典型例は水ガラスであり、日本工業規格(JIS) K1408に規定される1号乃至4号、又はこれらの同等級品を使用することができ、1号乃至4号は、水ガラスの構成成分である酸化ナトリウム(Na2O) 1モルに対する酸化珪素(SiO2)のモル数(約2〜4モル)の違いに基づく4段階の等級であり、それぞれ粘度が大きく異なる。従つて、リソトオフ、プロセスで水ガラスを使用する際には、水ガラスに分散させる導電性粒子の種類や含有量、剥離層51との親和性、開口部14のガラスベント比等の諸条件を考慮して、最適な等級の水ガラスを選択するか、又は、これらの等級と同等の水ガラスを開製して使用することが好ましい。

【0128】バインダは、一般に導電性に劣るので、導電性組成物中の導電性粒子の含有量に対してバインダの含有量が多過ぎると、形成される電子放出部15Aの電気抵抗値が上昇し、電子放出が円滑に行われなくなる成がある。従つて、例えば水ガラス中に導電性粒子としてカーボン系材料粒子を分散させて成る組成物原料を例にとると、組成物原料の全量に占めるカーボン系材料粒子の割合は、電子放出部15Aの電気抵抗値、組成物原料の粘度、導電性粒子同士の接着性等の特性を考慮し、概ね30〜95重量%の範囲に選択することが好ましい。カーボン系材料粒子の割合をかかる範囲内に選択することにより、形成される電子放出部15Aの電気抵抗値を十分に下げると共に、カーボン系材料粒子同士の接着性を良好に保つことが可能となる。但し、導電性粒子としてカーボン系材料粒子にアルミニウム粒子を混合して用いた場合には、導電性粒子同士の接着性が低下する傾向があるので、アルミニウム粒子の含有量に応じてカーボン系材料粒子の割合を高めることが好ましく、60重量%以上とすることが特に好ましい。尚、組成物原料には、導電性粒子の分散状態を安定化させるための分散剤や、pH調整剤、乾燥剤、硬化剤、防曇剤等の添加剤が含まれていてもよい。尚、導電性粒子を結合剤(バインダ)の被膜で覆った粉体を、適当な分散媒中に分散させて成る組成物原料を用いてもよい。

【0129】一例として、王冠状の電子放出部15Aの直径を概ね1〜20μmとし、導電性粒子としてカーボ

(19)

36

ン系材料粒子を使用した場合、カーボン系材料粒子の粒径は概ね0.1μm〜1μmの範囲とすることが好ましい。カーボン系材料粒子の粒径をかかる範囲に選択することにより、王冠状の電子放出部15Aの縁部に十分に高い機械的強度が備わり、且つ、カソード電極11に対する電子放出部15Aの密着性が良好となる。

【0130】[工程-B5]次に、図27の(C)に示すように、剥離層51を除去する。剥離層は、2重量%の水酸化ナトリウム水溶液中に、30秒間浸漬することにより行う。このとき、超音波振動を加えながら剥離を行つてもよい。これにより、剥離層51と共に剥離層51上の導電性組成物層52の部分が除去され、開口部14(孔部)の底部に露出したカソード電極11上の導電性組成物層52の部分のみが残される。この残存した部分が電子放出部15Aとなる。電子放出部15Aの形状は、表面が開口部14の中央部に向かって窪み、王冠状となる。[工程-B5]が終了した時点における状態を、図28に示す。図28の(B)は、電界放出素子の一部を示す模式的な斜視図であり、図28の(A)は図28の(B)の線A-A'に沿つた模式的な一部断面図である。図28の(B)では、電子放出部15Aの全体が見えるように、絶縁層12とゲート電極13との一部を切り欠いている。尚、1つの電子放出領域には、5〜100個程度の電子放出部15Aを設けることが十分である。尚、導電性粒子が電子放出部15Aの表面に露出したバインダをエッチングによつて除去してもよい。

【0131】[工程-B6]次に、電子放出部15Aの構成を行う。構成は、乾燥大気中、400℃、30分間の条件で行う。尚、構成温度は、組成物原料に含まれるバインダの種類に応じて選択すればよい。例えば、バインダが水ガラスのような無機材料である場合には、無機材料を焼成し得る温度で熱処理を行えばよい。バインダが熱硬化性樹脂である場合には、熱硬化性樹脂を硬化し得る温度で熱処理を行えばよい。但し、導電性粒子同士の密着性を保つために、熱硬化性樹脂が適度に分解したり戻りする程度の温度で熱処理を行うことが好適である。いずれのバインダを用いるにしても、熱処理温度は、ゲート電極やカソード電極、絶縁層に損傷や変色が生じない温度とする必要がある。熱処理雰囲気は、ゲート電極やカソード電極の電気抵抗率が低下によつて上昇したり、あるいはゲート電極やカソード電極に大粒や損傷が生ずることがないよう、不活性ガス雰囲気とする

ことが好ましい。尚、バインダとして熱可塑性樹脂を使用した場合には、熱処理を必要としない場合がある。

【0132】[扁平型電界放出素子-1]扁平型電界放出素子-1から成る電界放出素子の模式的な一部断面図を、図29の(C)に示す。扁平型電界放出素子-1は、例えばガラスから成る支持体10上に形成されたカソード電極11、支持体10及びカソード電極11上に

(20)

37

形成された絶縁層12、絶縁層12上に形成されたゲート電極13、ゲート電極13及び絶縁層12を貫通した開口部14、並びに、開口部14(孔部)の底部に位置するカソード電極11の部分の上に設けられた扁平の電子放出部15Bから成る。ここで、電子放出部15Bは、図29の(C)の紙面垂直方向に延びたストライプ状のカソード電極11上に形成されている。また、ゲート電極13は、図29の(C)の紙面左右方向に延びている。カソード電極11及びゲート電極13はクロム(Cr)から成る。電子放出部15Bは、具体的には、グラファイト粉末から成る薄層から構成されている。また、電界放出素子の動作安定化、電子放出特性の均一化のために、カソード電極11と電子放出部15Bとの間にSiCから成る抵抗体層60が設けられている。図29の(C)に示した扁平型電界放出素子-1においては、カソード電極11の表面の全域に亘つて、抵抗体層60及び電子放出部15Bが形成されているが、このような構造に限定するものではなく、要は、少なくとも開口部14の底部に電子放出部15Bが設けられていればよい。

【0133】以下、支持体等の模式的な一部断面図である図29を参照して、扁平型電界放出素子-1の製造方法を説明する。

【0134】[工程-C1]先ず、支持体10上に、クロム(Cr)から成るカソード電極用導電材料層をスパッタリング法にて形成した後、リソグラフィ技術及びバリエーション技術に基づきカソード電極用導電材料層をパターンニングする。これによつて、ストライプ状のカソード電極11を支持体10上に形成することができる。図29の(A)参照)。尚、カソード電極11は、図29の紙面垂直方向に延びている。

【0135】[工程-C2]次に、カソード電極11上に、電子放出部15Bを形成する。具体的には、先ず、全面にスパッタリング法にてSiCから成る抵抗体層60を形成し、次いで、抵抗体層60の上にグラファイト粉末塗料から成る電子放出部15Bをスピンコート法にて形成し、電子放出部15Bを乾燥させる。その後、電子放出部15B及び抵抗体層60を公知の方法に基づきパターンニングする(図29の(B)参照)。電子放出部15Bから電子が放出される。

【0136】[工程-C3]次に、全面に絶縁層12を形成する。具体的には、電子放出部15B及び支持体10上に、例えば、スパッタリング法にてSiO₂から成る絶縁層12を形成する。尚、絶縁層12を、ガラスベースをスクリーン印刷する方法や、SiO₂層をCVD法にて形成する方法に基づき形成することもできる。その後、ストライプ状のゲート電極13を絶縁層12上に形成する。

【0137】[工程-C4]次に、[工程-A2]と同様の方法に基づき、ゲート電極13及び絶縁層12に開

38

口部14を形成し、開口部14(孔部)の底部に電子放出部15Bを露出させる。その後、電子放出部15B中の有機溶剤を除去するために、400℃、30分の熱処理を施す。その後、絶縁層12を等方的にエッチングし、ゲート電極13の開口部端部を露出させることが好ましい。こうして、図29の(C)に示した電界放出素子-1を得ることができ、

【0138】[扁平型電界放出素子-2]扁平型電界放出素子-2の模式的な一部断面図を、図30の(C)に示す。図30の(C)に示す扁平型電界放出素子-2においては、電子放出部15Bの構造が、図29の(C)に示した扁平型電界放出素子-1と若干異なっている。以下、支持体等の模式的な一部断面図である図30を参照して、かかる扁平型電界放出素子-2の製造方法を説明する。

【0139】[工程-D1]先ず、支持体10上にカソード電極用導電材料層を形成する。具体的には、支持体10の全面にレジスト材料層(図示せず)を形成した後、カソード電極を形成すべき部分のレジスト材料層を除去する。その後、全面にクロム(Cr)から成るカソード電極用導電材料層をスパッタリング法にて形成する。更に、全面にスパッタリング法にてSiCから成る抵抗体層60を形成し、次いで、抵抗体層60の上にグラファイト粉末塗料層をスピンコート法にて形成し、グラファイト粉末塗料層を乾燥させる。その後、剥離液を用いてレジスト材料層を除去すると、レジスト材料層上に形成されたカソード電極用導電材料層、抵抗体層60及びグラファイト粉末塗料層も除去される。こうして、所謂リソトオフ法に基づき、カソード電極11、抵抗体層60及び電子放出部15B(電子放出部)が露出された構造を得ることができ(図30の(A)参照)。

【0140】[工程-D2]次に、全面に絶縁層12を形成した後、絶縁層12上にストライプ状のゲート電極13を形成する(図30の(B)参照)。その後、[工程-A2]と同様の方法に基づき、ゲート電極13及び絶縁層12に開口部14を形成することによつて、開口部14(孔部)の底部に電子放出部15Bを露出させる(図30の(C)参照)。その後、絶縁層12を等方的にエッチングし、ゲート電極13の開口部端部を露出させることが好ましい。開口部14の底部に露出したカソード電極11の表面に設けられた電子放出部15Bから電子が放出される。

【0141】[扁平型電界放出素子-3]扁平型電界放出素子の別の変形例の模式的な一部断面図を、図32の(B)に示す。この扁平型電界放出素子-3においては、電子放出部15Cは、CVD法に基づき形成された炭素薄層から構成されている。

【0142】電子放出部を炭素薄層から構成すること、は、炭素(C)の仕事関数が低く、高い放出電子電流を

43

電極13及び絶縁層12を被覆している。これによって、次の工程で、開口部14の底部の中央部に位置するカソード電極11の表面に炭素薄膜選択成長領域を形成するが、カソード電極11とゲー卜電極13とが金属粒子によって短絡することを確実に防止し得る。

[0158] 次に、露出したカソード電極11の表面を含むマスキング層71上に、金属粒子を付着させる。具体的には、ニッケル(Ni)微粒子をガリウム溶液中に分散させた溶液(溶媒としてイソプロピルアルコールを使用)をスピンコーティング法にて全面に塗布し、炭素薄膜選択成長領域70を形成すべきカソード電極11の部分の表面に溶媒と金属粒子から成る層を形成する。その後、マスキング層71を除去し、400°C程度に加熱することによって溶媒を除去し、露出したカソード電極11の表面に金属粒子72を残すことで、炭素薄膜選択成長領域70を得ることができる(図32の(A)参照)。尚、ガリウム溶液は、露出したカソード電極11の表面に金属粒子72を固定させる機能(所謂、接着機能)を有する。

[0159] [工程-E5] その後、炭素薄膜選択成長領域70上に、厚さ約0.2μmの炭素薄膜73を形成し、電子放出部15Cを得る。この状態を図32の(B)に示す。マスキング層マスキング法に基づき炭素薄膜73の形成条件を、以下の表1に例示する。

[0160] [表1]

[炭素薄膜の形成条件]
使用ガス : $\text{CH}_4/\text{H}_2=100/10$ SCCM
圧力 : $1.3 \times 10^3 \text{ Pa}$
マスキング波パワー : 500W (13.56MHz)
成膜速度 : 500°C

[0161] [平面型電界放出素子-1] 平面型電界放出素子-1の模式的な一部断面図を、図33の(C)に示す。この平面型電界放出素子-1は、例えばガラスから成る支持体10上に形成されたストライプ状のカソード電極11、支持体10及びカソード電極11上に形成された絶縁層12、絶縁層12上に形成されたストライプ状のゲー卜電極13、並びに、ゲー卜電極13及び絶縁層12を貫通し、底部にカソード電極11が露出した開口部14から成る。カソード電極11は、図33の(C)の紙面垂直方向に延び、ゲー卜電極13は、図33の(C)の紙面左右方向に延びている。カソード電極11はクロム(Cr)から成り、絶縁層12は SiO_2 から成る。ここで、開口部14の底部に露出したカソード電極11の部分に電子放出部15Dに相当する。

[0162] 以下、支持体等の模式的な一部断面図である図33を参照して、平面型電界放出素子-1の製造方法を説明する。
[0163] [工程-F1] 先ず、支持体10上に電子放出部15Dとして機能するカソード電極11を形成する。具体的には、支持体10上に、クロム(Cr)から

(23)

成るカソード電極用導電材料層をスパッタリング法にて形成した後、リソグラフィ技術及びドライエッチング技術に基づきカソード電極用導電材料層をパターンニングする。これによって、ストライプ状のカソード電極11を支持体10上に形成することができる(図33の(A)参照)。尚、カソード電極11は、図33の紙面垂直方向に延びている。

[0164] [工程-F2] 次に、例えばCVD法にて SiO_2 から成る絶縁層12を、支持体10及びカソード電極11の上に形成する。尚、絶縁層12を、スリット印刷法に基づきガラスベーストから形成することもできる。

[0165] [工程-F3] その後、ストライプ状のゲー卜電極13を絶縁層12上に形成する(図33の(B)参照)。尚、ゲー卜電極13は、図33の紙面左右方向に延びている。例えばスリット印刷法にて、ストライプ状のゲー卜電極13を絶縁層12上に、直接形成することもできる。

[0166] [工程-F4] 次に、[工程-A2]と同様の方法に基づき、ゲー卜電極13及び絶縁層12に開口部14を形成し、開口部14(孔部)の底部に電子放出部15Dとして機能するカソード電極11を露出させる(図33の(C)参照)。その後、絶縁層12を等方的にエッチングし、ゲー卜電極13の開口部端部を露出させることが好ましい。

[0167] [平面型電界放出素子-2] 図34の(A)に模式的な一部断面図を示す平面型電界放出素子-1の変形例であり、かかる平面型電界放出素子-2が図33の(C)に示した平面型電界放出素子-1と相違する点は、開口部14の底部に露出したカソード電極11の表面(電子放出部に相当する)に、微小凹凸部11Aが形成されている点にある。このような平面型電界放出素子-2は、以下の製造方法にて製造することができる。

[0168] [工程-G1] 先ず、[工程-F1]～

[工程-F3]と同様に、支持体10上にストライプ状のカソード電極11を形成し、全面に絶縁層12を形成した後、ストライプ状のゲー卜電極13を絶縁層12上に形成する。即ち、例えばガラスから成る支持体10の上に、スパッタリング法により厚さ約0.2μmのタンガステン層を成膜し、通常の手段に従って、この

タンガステン層をストライプ状にパターンニングし、カソード電極11を形成する。次に、支持体10及びカソード電極11上に絶縁層12を形成する。絶縁層12は、TEOS(テトラエトキシラン)を原料ガスとして用いるCVD法により形成することができる。更に、この絶縁層12の上に、ゲー卜電極13を形成する。これまでのプロセスが終了した状態は、実質的に、図33の(B)に示したと同様である。

[0169] [工程-G2] 次に、[工程-F4]と同様に、ゲー卜電極13及び絶縁層12に開口部14

45

を形成し、開口部14の底部にカソード電極11を露出させる。その後、開口部14の底部に露出したカソード電極11の部分に、微小凹凸部11Aを形成する。微小凹凸部11Aの形成に際しては、エッチングガスとして SF_6 を用い、カソード電極11を構成するタンガステンの結晶粒と境界との間でエッチング速度の差が大きくなるような条件を設定してRIE法に基づきドライエッチングを行う。その結果、タンガステンの結晶粒をほぼ反映した寸法を有する微小凹凸部11Aを形成することができ。

[0170] このような平面型電界放出素子-2の構成においては、カソード電極11の微小凹凸部11A、より具体的には微小凹凸部11Aの凸部に、ゲー卜電極13から大きな電界が加わる。このとき凸部に集中する電界は、カソード電極11の表面が平滑である場合に比べて大きいため、凸部からは量子トンネル効果によって電子が効率的に放出される。従って、開口部14の底部に単に平滑なカソード電極11が露出している平面型電界放出素子-1に比べて、表示装置に組み込まれた場合の輝度の向上が期待できる。それ故、図34の(A)に示した平面型電界放出素子-2によれば、ゲー卜電極13とカソード電極11との間の電位差が比較的小さくても、十分な放出電子電流密度を得ることができ、表示装置の高輝度化が達成される。あるいは、同じ輝度を達成するために必要なゲー卜電圧が低く済み、以て、低消費電力化を達成することが可能である。

[0171] 尚、絶縁層12をエッチングすることによって孔部を形成し、しかる後に異方性エッチング技術に基づきカソード電極11に微小凹凸部11Aを形成した。開口部14を形成するためのエッチングによって、微小凹凸部11Aを同時に形成することも可能である。即ち、絶縁層12をエッチングする際、ある温度のイオンスパッタ作用が期待できる異方性エッチング条件を採用し、垂直壁を有する開口部14が形成された後もエッチングを継続することにより、開口部14の底部に露出したカソード電極11の部分に微小凹凸部11Aを形成することができ。その後、絶縁層12の等方的エッチングを行えばよい。

[0172] また、[工程-G1]と同様の工程において、支持体10上に、タンガステンから成るカソード電極用導電材料層をスパッタリング法にて形成した後、リソグラフィ技術及びドライエッチング技術に基づきカソード電極用導電材料層をパターンニングし、次いで、カソード電極用導電材料層の表面に微小凹凸部11Aを形成した後、[工程-F2]～[工程-F4]と同様の工程を実行することによって、図34の(A)に示したと同様の電界放出素子を作製することもできる。

[0173] あるいは又、[工程-G1]と同様の工程において、支持体10上に、タンガステンから成るカソード電極用導電材料層をスパッタリング法にて形成した

(24)

後、カソード電極用導電材料層の表面に微小凹凸部11Aを形成し、次いで、リソグラフィ技術及びドライエッチング技術に基づきカソード電極用導電材料層をパターンニングした後、[工程-F2]～[工程-F4]と同様の工程を実行することによって、図34の(A)に示した同様の電界放出素子を作製することもできる。

[0174] 図34の(B)には、図34の(A)に示した電界放出素子の変形例を示す。図34の(B)に示す電界放出素子においては、微小凹凸部11Aの先端部の平均高さ位置が、絶縁層12の下面位置よりも支持体10側に存在している(即ち、下がっている)。かかる電界放出素子を形成するには、[工程-G2]におけるドライエッチングの継続時間を延長すればよい。このような構成によれば、開口部14の中央部近傍の電界強度を一層高めることができる。

[0175] 図35には、電子放出部に相当するカソード電極11の表面(より具体的には、少なくとも微小凹凸部11A)に炭素薄膜11Bが形成されている平面型電界放出素子を示す。

[0176] この炭素薄膜11Bは、カソード電極11を構成する材料よりも仕事関数の小さい材料から構成することが好ましく、どのような材料を選択するかは、カソード電極11を構成する材料の仕事関数、ゲー卜電極13とカソード電極11との間の電位差、要求される放出電子電流密度の大きさ等に基づいて決定すればよい。炭素薄膜11Bの構成材料として、アモルファスダイヤモンドを例示することができる。炭素薄膜11Bをアモルファスダイヤモンドを用いて形成した場合には、5×10⁷V/m以下の電界強度で、表示装置に必要な放出電子電流密度を得ることができる。

[0177] 炭素薄膜11Bの厚さは、微小凹凸部11Aを反映し得る程度に選択する。これは、炭素薄膜11Bによって微小凹凸部11Aの凹部が埋め込まれ、電子放出部の表面が平滑化されてしまつては、微小凹凸部11Aを覆った意味がなくなるからである。従って、微小凹凸部11Aの寸法にも従って、例えば微小凹凸部11Aが電子放出部の結晶粒径を反映して形成されている場合には、炭素薄膜11Bの厚さを概ね30～100nm程度に選択することが好ましい。また、微小凹凸部11Aの先端部の平均高さ位置を炭素薄膜12の下面位置よりも下げる場合には、炭素薄膜11Bの先端部の平均高さ位置を炭素薄膜12の下面位置よりも下げることで、一層好ましい。

[0178] 具体的には、[工程-F2]の後、全面に例えばCVD法によりアモルファスダイヤモンドから成る炭素薄膜11Bを形成すればよい。尚、炭素薄膜11Bは、ゲー卜電極13及び絶縁層12の上に形成されたレジスト層(図示せず)の上にも堆積するが、この堆積部分はレジスト層の除去時、同時に除去される。原料ガスとして例えば CH_4/H_2 混合ガスや、 CO/H_2 混合ガ

(25)

47

スを使用したCVD法に基づき被覆層111Bを形成することができ、それぞれ炭素を含む化合物の部分分解によってアモルファスダイヤモンドから成る被覆層111Bが形成される。

【01079】あるいは又、[工程-F1]と同様の工程において、支持体10上に、タングステンから成るカンソード電極用導電材料層をスパッタリング法にて形成した後、リングラファイト技術及びドライエッチング技術に基づきカンソード電極用導電材料層をバタニングし、その後、カンソード電極用導電材料層の表面に微小凹凸部111Aを形成し、次いで、被覆層111Bを形成した後、[工程-F2]～[工程-F4]と同様の工程を実行することによって、図35に示す電界放出素子を作製することができる。

【01080】あるいは又、[工程-F1]と同様の工程において、支持体10上に、タングステンから成るカンソード電極用導電材料層をスパッタリング法にて形成した後、カンソード電極用導電材料層の表面に微小凹凸部111Aを形成し、次いで、被覆層111Bを形成した後、リングラファイト技術及びドライエッチング技術に基づき被覆層111B、カンソード電極用導電材料層をバタニングした後、[工程-F2]～[工程-F4]と同様の工程を実行することによって、図35に示す電界放出素子を作製することもできる。

【01081】あるいは又、被覆層を構成する材料として、かかる材料の2次電子利用率がカンソード電極を構成する導電性材料の2次電子利用率がより大きくなるような材料を適宜選択することもできる。

【01082】尚、図33の(C)に示した平面型電界放出素子の電子放出部15D(カンソード電極111の表面)に被覆層を形成してもよい。この場合には、[工程-F4]の後、開口部14の底部に露出したカンソード電極111の表面に被覆層111Bを形成すればよく、あるいは又、[工程-F1]において、例えば、支持体10上にカンソード電極用導電材料層を形成した後、カンソード電極用導電材料層上に被覆層111Bを形成し、次いで、リングラファイト技術及びドライエッチング技術に基づき、これらの層をバタニングすればよい。

【01083】[クレータ型電界放出素子-1]クレータ型電界放出素子-1の模式的な一部断面図を、図39の(B)に示す。クレータ型電界放出素子-1は、電子を放出する複数の被覆層1111Aと、各被覆層1111Aに囲まれた凹部1111Bとを有するカンソード電極111が、支持体10上に備えられている。尚、絶縁層12及びゲート電極13を取り除いた模式的な斜視図を図38の(B)に示す。

【01084】凹部の形状は特に限定されないが、典型的には蜂巣状を成す。これは、かかるクレータ型電界放出素子の製造方法において球体を使用して、凹部1111Bが球体の形状の一部を反映して形成されることと関連し

(26)

49

を、破裂によって飛散し得る程度に薄くすることが好ましい。

【01088】後述するクレータ型電界放出素子-3あるいはクレータ型電界放出素子-4においても、球体の状態変化及び/又は化学変化によって球体を除去することができるが、カンソード電極の破裂を伴わないので、外力によって除去を行う方が簡便な場合もある。ここで、外力としては、空気又は不活性ガスの吹付け圧力、洗浄液の吹付け圧力、磁気吸力、静電気力、遠心力等の物理的な力である。尚、クレータ型電界放出素子-3においては、クレータ型電界放出素子-1と異なり、球体を被覆する部分のカンソード電極を飛散させる必要がないので、カンソード電極の飛散が発生し難いという利点がある。

【01089】後述するクレータ型電界放出素子-3あるいはクレータ型電界放出素子-4で使用される球体は、少なくとも表面が、カンソード電極を構成する材料の界面強度(表面張力)に比べて、大きな界面強度を有する材料から構成されていることが好ましい。後述するクレータ型電界放出素子-3あるいはクレータ型電界放出素子-4において、球体は、少なくとも表面が界面強度に関するこの条件を満たしていればよい。つまり、カンソード電極の界面強度よりも大きな界面強度を有している部分は、球体の表面のみであっても全体であってもよく、また、球体の表面及び/又は全体の構成材料は、無機材料、有機材料、あるいは無機材料と有機材料の組合せのいずれであってもよい。クレータ型電界放出素子-3あるいはクレータ型電界放出素子-4においては、カンソード電極等が通常の金属材料から構成されている場合、金属材料の表面には吸着水分に由来する水酸基、絶縁層の表面にはSi-O結合のタンダリング・ポンドと吸着水分とに由来する水酸基が存在し、親水性の高い状態にあるのが普通である。従って、親水性の表面処理を有する球体を用いることが、特に有効である。疎水性の表面処理層の構成材料として、フッ素系樹脂、例えばポリテトラフルオロエチレンを挙げることができる。球体が疎水性の表面処理層を有する場合、疎水性の表面処理層の内側の部分に芯材と称することによって、芯材の構成材料は、ガラス、セラミックス、フッ素系樹脂以外の高分子材料のいずれであってもよい。

【01090】球体を構成する有機材料は特に限定されないが、汎用の高分子材料が好適である。但し、重合度が極端に大きかったり、多量結合含有量が極端に多い高分子材料では、燃焼温度が高くなり過ぎ、燃焼による球体の除去時、カンソード電極に悪影響が及ぶ虞がある。それ故、これらに対する悪影響が生じる虞のない温度にて燃焼若しくは炭化させることが可能な高分子材料を選択することが好ましい。特に、絶縁層をガラスペーストのようにな、後工程において焼成を要する材料を用いて形成する場合などは、工数をなるべく減少させる観点から、ガラスペーストの燃焼温度にて燃焼若しくは炭化可能な高

50

子材料を選択することが好適である。ガラスペーストの典型的な燃焼温度は約530°C程度の、かかる高分子材料の燃焼温度は350～500°C程度であることが好ましい。代表的な高分子材料として、スチレン系、ウレタン系、アクリル系、ビニル系、ジビニルベンゼン系、メラミン系、ホルムアルデヒド系、ポリメチレン系、ホモポリマー又は共重合体を挙げることができる。あるいは、球体として、支持体上での腐食を確保するために、付着力を有する固着タイプの球体を使用することもできる。固着タイプの球体として、アクリル系樹脂から成る球体を例示することができる。

【01091】あるいは又、例えば、塩化ビニリデン-アクリロニトリル共重合体を外殻とし、架橋材としてインブタンを内包し、カプセル化した加熱膨張型マイクロソフエアを球体として使用することができる。クレータ型電界放出素子-1において、かかる加熱膨張型マイクロソフエアを用い、熱膨張型マイクロソフエアを加熱すると、外殻のポリマーが軟化し、しかも、内包されたインブタンのガス化によって膨張する結果、外殻が膨脹的と比較して約4倍程度の真球の中空体が形成される。その結果、クレータ型電界放出素子-1において、電子を放出する隆起部、及び、隆起部に囲まれ、且つ、球体の形状の一部を反映した凹部を、カンソード電極に形成することができる。尚、熱膨張型マイクロソフエアの加熱による膨脹も、本明細書においては、球体の除去という概念に包含する。その後、熱膨張型マイクロソフエアを適切な溶剤を用いて取り除けばよい。

【01092】クレータ型電界放出素子-1においては、支持体上に複数の球体を配置した後、球体を被覆するカンソード電極を形成すればよい。この場合においては、あるいは又、後述するクレータ型電界放出素子-3あるいはクレータ型電界放出素子-4においては、支持体上への複数の球体の配置方法として、球体を支持体上に散布する乾式法を挙げることができる。球体の散布には、例えば、液品表示装置の製造分野において、ベタ印刷を一定に維持するためのスペースを散布する技術を応用することができ、具体的には、圧搾気体で球体をノズルから噴射する、所謂スプレーガンを用いることができ、尚、球体をノズルから噴射する際、球体を弾発性の溶剤中に分散させた状態としてもよい。あるいは、静電粉体塗装の分野で通常使用されている装置や方法を利用して球体を散布することもできる。例えば、コロナ放電を利用した静電粉体吹付けガンにより斜に帯電させた球体を、接地した支持体に向かって吹き付けることができ、使用する球体は、後述するように非常に小さいため、支持体上に散布されると支持体の表面に例えば静電気力によって付着し、以降の工程において容易に支持体から脱着することはない。支持体上に複数の球体の配置した後、球体を加圧すれば、支持体上の複数の球体の重なりを解消することができ、球体を支持体上で凹

51

密に配置することができ、

【0193】あるいは、後述するクレータ型電界放出素子-2のように、球体とカソード電極材料とを分散媒中に分散させて成る組成物から成る組成物を支持体上に形成し、以て、支持体上に複数の球体を配置し、カソード電極材料から成るカソード電極で球体を被覆した後、分散媒を除去することもできる。組成物の性状としては、スラリーペーストが可能であり、これらの所望の性状に比し、分散媒の組成や粘度を適宜選択すればよい。組成物を支持体上に形成する方法としては、スクリー印刷法が好適である。カソード電極材料は、典型的には、分散媒中における沈降速度が球体よりも速い微粒子であることが好適である。かかる微粒子を構成する材料として、カーボン、バリウム、ストロンチウム、鉄を挙げることができ、分散媒を除去した後、必要に応じてカソード電極の形成を行う。組成物を支持体上に形成する方法としては、噴霧法、滴下法、スピンコーティング法、スクリー印刷法を挙げることができ、尚、球体が配置されると共に、カソード電極材料から成るカソード電極で球体が被覆されるが、組成物の形成方法に依ることは、かかるカソード電極のパターニングを行必要がある。

【0194】あるいは、後述するクレータ型電界放出素子-3あるいはクレータ型電界放出素子-4にあつては、球体を分散媒中に分散させて成る組成物から成る組成物を支持体上に形成し、以て、支持体上に複数の球体を配置した後、分散媒を除去することができ、組成物の性状としては、スラリーペーストが可能であり、これらの所望の性状に応じ、分散媒の組成や粘度を適宜選択すればよい。典型的には、インゾロビアルコanol等の有機溶媒を分散媒として用い、蒸発により分散媒を除去することができ、組成物を支持体上に形成する方法としては、噴霧法、滴下法、スピンコーティング法、スクリー印刷法を挙げることができ、

【0195】ところで、ゲート電極とカソード電極は互いに異なる方向（例えば、ストライプ状のゲート電極の射影像とストライプ状のカソード電極の射影像とが成す角度が90度）に延びており、且つ、例えばストライプ状のパターニングされておき、電子放出領域に位置する陽極前が電子が放出される。従つて、陽極部は、機能上、電子放出領域にのみ存在すればよい。但し、たとえ電子放出領域以外の領域に陽極部及び凹部が存在していたとしても、このような陽極部及び凹部は絶縁層に被覆されたまま、何ら電子を放出するといった機能を果たさない。従つて、球体を全面に配置しても何ら問題は生じない。

【0196】これに対して、球体を被覆したカソード電極用導電材料層、絶縁層及びゲート電極を構成する層の各部分を除去する場合、個々の球体の配置位置と開口部の形成位置とが一對一に対応するため、電子放出領域以

(27)

52

外の領域にも開口部が形成される。以下、電子放出領域以外の領域に形成される開口部を「無効開口部」と呼び、電子放出に寄与する本来の開口部と区別する。ところで、電子放出領域以外の領域に無効開口部が形成されたとしても、この無効開口部は電界放出素子として何ら機能せず、電子放出領域に形成される電界放出素子の動作に何ら影響を及ぼさない。なぜなら、無効開口部の底部に陽極部及び凹部が露出しているも、無効開口部の上端部にゲート電極が形成されているからであり、あるいは、無効開口部の上端部にゲート電極が露出していないか、あるいは、無効開口部の底部に陽極部及び凹部が露出しておらず、しかも、上端部にゲート電極が形成されておらず、単に支持体の表面が露出しているか、のみずからあるからである。従つて、球体を全面に配置しても何ら問題は生じない。尚、電子放出領域とそれ以外の領域との境界線上に形成された孔は、開口部に含まれる。

【0197】球体の直径は、所望の開口部の直径、凹部の直径、電界放出素子を用いて構成される被覆装置の表示面画寸法、面露率、電子放出領域の寸法、1面露を構成すべき電界放出素子の個数に応じて選択することができ、0.1〜10 μ mの範囲で選択することが好ましい。例えば、液晶表示装置のスパースとして市販されている球体は、粒径分布が1〜3%と良好なので、これを利用することが好適である。球体の形状は真球であることが理想的ではあるが、必ずしも真球である必要はない。支持体上には球体を100〜5000個/ mm^2 程度の密度で配置することが好適である。例えば球体を約1000個/ mm^2 の密度で支持体上に配置すると、例えば電子放出領域の寸法を仮に0.5mm \times 0.2mmとした場合、この電子放出領域内に約1000個の球体が存在し、約100個の陽極部が形成されることになる。1つの電子放出領域にこの程度の個数の陽極部が形成されていれば、球体の粒径分布や真球度のばらつきに起因する凹部の直径のばらつきはほぼ平均化され、実用上、1面露（又は1サブピセル）当たりの放出電子電流密度や真度はほぼ均一となる。

【0198】クレータ型電界放出素子-1あるいは後述するクレータ型電界放出素子-2〜クレータ型電界放出素子-4においては、球体の形状の一部が電子放出部を構成する凹部の形状に反映される。陽極部の先端部のプロファイルは、不規則な凹凸を有しているも、あるいは滑らかであつてもよいが、特に、クレータ型電界放出素子-1及びクレータ型電界放出素子-2においては、この先端部はカソード電極の被覆により形成されるため、陽極部の先端部が不規則形状となり易い。被覆により陽極部に先端部が先鋭化すると、先端部が高効率の電子放出部として機能し得るので、好都合である。クレータ型電界放出素子-1〜クレータ型電界放出素子-4においては、凹部を囲む陽極部はいずれも環状円環状となり、こ

53

の場合の凹部と陽極部とは、全体としてクレータあるいはカルデラのような形状を呈する。

【0199】支持体上における陽極部の配置は規則的であってもランダムであってもよく、球体の配置方法に依存する。上述の従式法あるいは従式法を採用した場合、支持体上における陽極部の配置はランダムとなる。尚、凹部の周方向に沿つて連続した陽極部により凹部が囲まれているもよいし、場合によっては、凹部の周方向に沿つて不連続な陽極部により凹部が囲まれているもよい。

【0200】クレータ型電界放出素子-1〜クレータ型電界放出素子-4において、絶縁層の形成後、絶縁層に開口部を形成するが、陽極部の先端部に損傷が生じないように、陽極部を得た後、保護層を形成し、開口部の形成後、保護層を取り除く構成とすることもできる。保護層を構成する材料として、クロムを例示することができ、

【0201】以下、図36〜図39を参照して、クレータ型電界放出素子-1の製造方法を説明するが、図36の(A)、図37の(A)、図38の(A)は模式的な一部断面図であり、図39の(A)及び(B)は模式的な一部断面図であり、図36の(B)、図37の(B)及び図38の(B)は、図36の(A)、図37の(A)及び図38の(A)よりも広い範囲を模式的に示す一部斜視図である。

【0202】[工程-H1] 先ず、複数の球体80を被覆したカソード電極111を支持体10上に形成する。具体的には、先ず、例えばガラスから成る支持体10上の全面に、球体80を配置する。球体80は、例えばポリメチレン系の高分子材料から成り、平均直径約5 μ m、粒径分布1%未満である。球体80を、スプレーガンを用い、支持体10上におよそ1000個/ mm^2 の密度でランダムに配置する。スプレーガンを用いた散布は、球体を揮発性溶剤と混合して噴霧する方式、あるいは粉末状態のままノズルから噴射する方式のいずれでもよい。配置された球体80は、静電気で支持体10上に保持されている。この状態を図36の(A)及び(B)に示す。

【0203】[工程-H2] 次に、球体80及び支持体10上にカソード電極111を形成する。カソード電極111を形成した状態を、図37の(A)及び(B)に示す。カソード電極111は、例えばカーボンペーストをスクリーン状にスクリーン印刷することによって形成することができ、このとき、球体80は支持体10上の全面に配置されているので、球体80のそばには、図37の(B)に示すように、カソード電極111で被覆されないものも当然存在する。次に、カソード電極111に含まれる水分や溶剤を除去し、且つ、カソード電極111を平坦化するために、例えば150°Cにてカソード電極111を乾燥する。この温度では、球体80は何ら状態変化及び/又は化学変化を起こさない。尚、上述

(28)

54

のようなカーボンペーストを用いたスクリーン印刷に替えて、カソード電極111を構成するカソード電極用導電材料層を全面に形成し、このカソード電極用導電材料層を通常のリソグラフィ技術とドライエッチング技術を用いてパターンニングし、ストライプ状のカソード電極111を形成することもできる。リソグラフィ技術を用いる場合、通常、レジスト材料層をスピンコーティング法により形成するが、スピンコーティング時の支持体10の回転数が500rpm程度、回転時間が数秒間程度であれば、球体80は脱落したり変位することなく、支持体10上に保持され得る。

【0204】[工程-H3] 次に、球体80を除去することによって、球体80を被覆したカソード電極111の部分を除く。以て、電子を放出する複数の陽極部111Aと、各陽極部111Aに囲まれ、且つ、球体80の形状の凹部を反映した凹部111Bとを有するカソード電極111を形成する。この状態を、図38の(A)及び(B)に示す。具体的には、カソード電極111の焼成を兼ね、約530°Cにて加熱を行うことにより球体80を焼滅させる。球体80の焼滅に伴つて球体80が閉じ込められていた閉鎖空間の圧力が上昇し、球体80を被覆するカソード電極111の部分から成る前圧境界を超えた時点で破裂して除去される。その結果、支持体10上に形成されたカソード電極111の一部に、陽極部111A及び凹部111Bが形成される。尚、球体を除去した後、球体の一部分が残渣として残る場合には、使用する球体を構成する材料にも依るが、適切な洗浄液を用いて残渣を除去すればよい。

【0205】[工程-H4] その後、カソード電極111及び支持体10上に絶縁層12を形成する。具体的には、例えば、ガラスペーストを全面に約5 μ mの厚さにスクリーン印刷する。次に、絶縁層12に含まれる水分や溶剤を除去し、且つ、絶縁層12を平坦化するために、例えば150°Cにて絶縁層12を乾燥する。上述のようなガラスペーストを用いたスクリーン印刷に替えて、例えばプラズマCVD法によりSiO $_2$ 膜を形成してもよい。

【0206】[工程-H5] 次に、絶縁層12上に、ストライプ状のゲート電極13を形成する（図39の(A)参照）。ストライプ状のゲート電極13の射影像の延びる方向は、ストライプ状のカソード電極111の射影像の延びる方向と90度の角度を成している。

【0207】[工程-H6] その後、ゲート電極13の射影像とカソード電極111の射影像とが直交する電子放出領域において、[工程-A2]と同様の方法に基づき、ゲート電極13及び絶縁層12に開口部14を形成し、以て、開口部14（孔部）の底部に複数の陽極部111A及び凹部111Bを露出させる。尚、カソード電極111に対して十分に高いエッチング選択比が確保できる条件でエッチングを行うことが好ましい。あ

(29)

るは又、陸上部 111A を形成した後、例えば、クロムから成る保護層を形成しておき、開口部 14 を形成し、その後、保護層を取り除くことが好ましい。こうして、図 39 の (B) に示した電界放出素子を得ることができ

【0208】尚、クレータ型電界放出素子1の製造方法の变形例として、[工程-H2]の後、[工程-H3]～[工程-H6]を実行し、次いで、[工程-H3]を実行してもよい。この場合、球体の燃焼とターゲット13及び絶縁層12を構成する材料の焼成を同時に実行される。

【0209】あるいは又、【工程-H2】の後、【工程-H4】を実行し、更に、【工程-H5】と同様の工程において、開口部を有していないストライプ状のゲート電極を構成する層を絶縁層上に形成した後、【工程-H3】を実行する。これによって、球体80を被覆したカソード電極111、絶縁層12及びゲート電極13を構成する層の各部分が露出され、以て、ゲート電極13及び絶縁層12を貫通した開口部14が形成されると共に、電子を放出する陰極部111Aと、陰極部111Aに囲まれ、且つ、球体80の形状の一部を反映した凹部111Bとから成る電子放出部を、開口部14の底面に位置するカソード電極111に形成することができ、即ち、球体80の陰極に準って球体80が閉じ込められ、その閉空間の圧力が上昇し、球体を被覆する部分のカソード電極111と絶縁層12とがゲート電極13を被覆する層とが成る成層境界を超えた時点で破裂し、陰極部111A及び凹部111Bと同時に開口部14が形成され、しかも、球体80が除去される。開口部14は、ゲート電極13及び絶縁層12を貫通し、且つ、球体80の形状の一部を反映している。また、開口部14の底部には、電子を放出する陰極部111A、及び、陰極部111Aに囲まれ、且つ、球体80の形状の一部を反映した凹部111Bが形成。

【0210】クレータ型電界放出素子-2】クレータ型電界放出素子-2の製造方法の図40を参照して説明するが、支持体10上に複数の球体80を配置する工程であるが、球体80とカン導体電極物81を分散媒中に分散させて成る組成物から成る組成物81を支持体10上に形成し、以て、支持体10上に複数の球体80を配置し、カン導体電極物から成るカン導体電極11で球体を被覆した後、分散媒を除去する工程から成る、即ち、図式法から成る点が、クレータ型電界放出素子-1の製造方法と相違する。

【0211】【工程-J1】先ず、支持体10上に球状の球体80を配置する。具体的には、球体80とカンーロ電極材料81Bとを分散物81A中に分散させて成る組成物から成る組成物層81を支持体10上に形成する。即ち、例えば、インプロピアルアルコールを分散物81Aとして使用し、平均直径約5 μ mのポリメチレン系

(30)

を有し、各種起部111Aが球体180の周囲に形成されたカソード電極111を、支持体10上に設ける。具体的には、クレータ型電界放出支持体1で述べたと同様に、例えばカボンペーストをストライプ状にスクリーン印刷するが、クレータ型電界放出支持体3では、球体180の表面が表面処理部180Bにより疎水性を帯びているために、球体180の上にスクリーン印刷されているカボンペーストは直に吸われて落下し、球体180の周囲に堆積して起部111Aが形成される。起部111Aの先端部111Cは、クレータ型電界放出支持体10との間に入り込めなければならない。球体180と支持体10との間にはカソード電極111の部分があり、凹部111Bとなる。図41(B)では、カソード電極111と球体180との間に隙間が存在するように図示されているが、カソード電極111と球体180とは接触している場合もある。その後、カソード電極111を例えば150°Cにて焼鈍させる。こまでのプロセスが終了した状態を、図41(B)に示す。

【0218】工程43次に、球体180に外力を与えることによって、受持体10上から球体180を除く。具体的な方法としては、流延や圧搾気体によって、球体を弾けさせる。こまでのプロセスが終了した状態を、図41の(C)に示す。尚、球体の除去は、球体の状態変化及び又は化学変化に基づいて、より具体的には、例えば、燃焼によって球体を除去することも可能である。

【0219】[工程-K4]その後、クレータ型電界放射素子-1の【工程-H4】～【工程-H6】を実行することによって、図39の(B)に示したと略同様の電界放射素子を得ることができる。

【0220】尚、クレータ型電界放出素子3の製造方法の変形例として、[工程-K2]の後、クレータ型電界放出素子1における[工程-H4]～[工程-H6]を実行し、次いで、[工程-K3]を実行してもよい。

【0221】クレータ型電界放出素子-4の製造方法において、支持体上にストライプ状のカソード電極を形成する工程は、より具体的に、支持体上に複数の球体を配置する工程と、電子を放出する複数の陰極部と、各陰極部に囲まれ、且つ、球体の形状の一部を反映した凹部とを有し、各陰極部が球体の周囲に形成されたカソード電極を支持体上に付ける工程、から成る。尚、全面に絶縁層を付ける際、球体の上方に開口部に形成された絶縁層を、カソード電極及び支持体上に付ける。球体の除去は、開口部の形成後に行う。クレータ型電界放出素子-4の製造方法においては、支持体上への複数の球体の層間は、球体の散布による、支持体上への複数の球体の表面処理層を有する。図4以下、クレータ型電界放出素子-4の製造方法を、図42及び図443を参照して説明する。

58

【0222】[工程-11] 先ず、支持体10上に電板の球体180を配置する。具体的には、クレータ型電界放出電子管3の製造工程における【工程-K1】と同様の工程を実行する。

【0223】[工程-12] その後、電子を放出する複数の陰極部11Aと、各陰極部11Aに囲まれ、且つ、球体180の形状の一部を反映した凹部111Bとを有し、各陰極部111Aが球体180の周囲に形成されたカソード電板111Aを、支持体10上に設ける。具体的には、クレータ型電界放出電子管3の製造工程における【工程-K2】と同様の工程を実行する。

【0224】[工程-L3]次に、球体の上方に開口部114Aが形成された絶縁層12を、カンード電極111及び支持部10上に設ける。具体的には、例えば、ガラスペーストを全面に約5mmの厚さにスクリーン印刷する。球体180の表面を表面処理層180Bにより被覆する。被覆されたガラスペーストは直ちに弾かれて落下し、自ら収縮する。その結果、球体180の頂部は絶縁層12にの表面張力により絶縁層12の球体180の上の部分は覆われることなく、開口部14A内に露出する。この状態を図42(A)に示す。図示した例では、開口部14Aの上端部の直径は球体180の直径よりも大きい。球体180の表面張力が、ガラスペーストの表面張力よりも小さい場合には、開口部14Aの直径が小さくなる傾向にある。逆に、表面処理層180Bの表面張力が、ガラスペーストの表面張力よりも著しく大きい場合には、開口部14Aの直径は大きくなり易い。その後、絶縁層12を例えば150°Cにて収縮させる。

【0225】[工程-14]次に、開口部14Aと逆面する開口部14Bを有するゲート電極13を絶縁層12上に形成する。具体的には、例えば、ペーストをストライプ状にスクリーン印刷する。球体180の表面が表面処理層180Bにより疎水性を帯びているために、球体180の上面にスクリーン印刷されたペーストは直ちに弾かれて、自らの表面張力により収縮し、絶縁層12の表面のみに付着した状態となる。このとき、ゲート電極13は、図示するように、絶縁層12の開口端部から開口部14A内へ若干回り込むように形成されることもあえる。その後、ゲート電極13を例えば150°Cにて乾燥させる。このまです工工程が終了した状態を、図42の(B)に示す。尚、表面処理層180Bの界面張力、図42のペーストの界面張力より小さい場合には、開口部14Aの直径が小さくなる傾向にある。逆に、表面処理層180Bの界面張力が、ペーストの界面張力より著しく大きい場合には、開口部14Aの直径は大きくなり易い。

(31)

は、カンード電極111と絶縁層12との接合を兼ね、ガラスペーストの融点的な焼成温度である約530°Cにて加熱を行うことにより、球体180を焼結させる。このとき、クレーパ型電界放出素子1と異なり、絶縁層12及びゲート電極13には開口部14A、14Bが最初から形成されているので、カンード電極111や絶縁層12、ゲート電極13の一部が飛散することはなく、球体180は速やかに除去される。尚、開口部14A、14Bの上端部の直径が球体180の直径よりも大きい場合、球体180を焼結させなくとも、例えば、真空や圧搾気体の吹付け等の外力によって球体180を除去することが可能である。ここまでの工程が終了した状態を、図43の(A)に示す。

【0227】[工程-L6] その後、開口部14Aの側壁面に相当する絶縁層12の一部を等方的にエッチングすると、図43の(B)に示す電界放出素子を完成することができる。ここでは、ゲート電極13の端部が下方を向いているが、このことは、開口部14内の電界強度を高める上で好ましい。

【0228】[エッジ型電界放出素子] エッジ型電界放出素子の模式的な一部断面図を図44の(A)に示す。このエッジ型電界放出素子は、支持体10上に形成されたストライフ状のカンード電極211と、支持体10及びカンード電極211上に形成されたゲート電極12と、絶縁層12上に形成されたストライフ状のゲート電極13から構成されており、開口部14がゲート電極13及び絶縁層12に設けられている。開口部14の底部にはカンード電極211のエッジ部211Aが露出している。カンード電極211及びゲート電極13に電圧を印加することによって、カンード電極211のエッジ部211Aから電子が放出される。

【0229】尚、図44の(B)に示すように、開口部14内のカンード電極211の下の支持体10に凹部10Aが形成されているも、あるいは又、模式的な一部断面図を図44の(C)に示すように、支持体10上に形成された第1のゲート電極13Aと、支持体10及び第1のゲート電極13A上に形成された層間絶縁層12Aと、層間絶縁層12A及びカンード電極211に形成された絶縁層12Bと、絶縁層12B上に形成された第2のゲート電極13Bから構成することもできる。

そして、開口部14が、第2のゲート電極13B、絶縁層12B、カンード電極211及び層間絶縁層12Aに設けられており、開口部14の側壁面にはカンード電極211のエッジ部211Aが露出している。カンード電極211並びに第1のゲート電極13A、第2のゲート電極13Bに電圧を印加することによって、電子放出部に相当するカンード電極211のエッジ部211Aから電子が放出される。

【0230】例えば、図44の(C)に示したエッジ型

60

電界放出素子の製造方法を、支持体等の模式的な一部断面図である図45を参照して、以下、説明する。

【0231】[工程-M1] 先ず、例えばガラスから成る支持体10の上に、スパッタリング法により厚さ約0.2μmのタンングステン膜を成膜し、通常の手順に従ってフォトリソグラフィ技術及びドライエッチング技術によりこのタンングステン膜をパターンニングし、第1のゲート電極13Aを形成する。次に、全面に、SiO₂から成る厚さ約0.3μmの層間絶縁層12Aを形成した後、層間絶縁層12Aの上にタンングステンから成るストライフ状のカンード電極211を形成する(図45の(A)参照)。

【0232】[工程-M2] その後、全面に、例えばSiO₂から成る厚さ約0.7μmの絶縁層12Bを形成し、次いで、絶縁層12B上にストライフ状の第2のゲート電極13Bを形成する(図45の(B)参照)。

【0233】[工程-M3] 次に、[工程-A2]と同様の方法に基き、第2のゲート電極13Bを例えばR1E法により異方的にエッチングし、開口部を形成する。次に、開口部の底面に露出した絶縁層12Bを等方的にエッチングし、孔部を形成する。絶縁層12BをSiO₂を用いて形成しているので、緩衝剤(フッ酸水溶液を用いたウェットエッチング)を行う。絶縁層12Bに形成された孔部の壁面は、第2のゲート電極13Bに形成された開口部の開口端面よりも後退するが、このときの後退量はエッチング時間の長短により制御することができ、ここでは、絶縁層12Bに形成された孔部の下端が、第2のゲート電極13Bに形成された開口部の開口端面よりも後退するまで、ウェットエッチングを行う。

【0234】次に、孔部の底面に露出したカンード電極211を、イオンを主エッチング種とする条件によりドライエッチングする。イオンを主エッチング種とするドライエッチングでは、被エッチング物へのバイアス電圧の印加やプラズマと境界との相互作用を利用して荷電粒子であるイオンを加速することができ、一般には異方性エッチングが進行し、被エッチング物の加工面は垂直面となる。しかし、この工程では、プラズマ中の主エッチング種の中にも垂直面以外では有する入射成分が若干存在すること、及び開口部の端部における散乱によってこの斜め入射成分が生ずることにより、カンード電極211の露出面中で、本来であれば開口部によって遮蔽されてイオンが到達しないはずの領域にも、ある程度の確率で主エッチング種が入射する。このとき、支持体10の法線に対する入射角の小さい主エッチング種ほど入射確率は高く、入射角の大きい主エッチング種ほど入射確率は低い。

【0235】従って、カンード電極211に形成された孔部の上端部の位置は、絶縁層12Bに形成された孔部の下端部とはほぼ揃っているものの、カンード電極211に形成された孔部の下端部の位置はその上端部よりも突

61

出した状態となる。つまり、カンード電極211のエッジ部211Aの厚さが、突出方向の先端部に向けて薄くなり、エッジ部211Aが先鋭化される。例えば、エッチング・ガスとしてSF₆を用いることにより、カンード電極211の良好な加工を行うことができる。

【0236】次に、カンード電極211に形成された孔部の底面に露出した層間絶縁層12Aを等方的にエッチングし、層間絶縁層12Aに孔部を形成し、開口部14を完成させる。ここでは、緩衝剤(フッ酸水溶液を用いたウェットエッチング)を行う。層間絶縁層12Aに形成された孔部の壁面は、カンード電極211に形成された孔部の下端部よりも後退する。このときの後退量はエッチング時間の長短により制御可能である。開口部14の完成後に第1のレジスト層を除去すると、図44の(C)に示した構成を得ることができる。

【0237】[スパレント型電界放出素子の製造方法の変形-1] [スパレント型電界放出素子]にて説明したスパレント型電界放出素子の製造方法の変形例を、以下、支持体等の模式的な一部断面図である図46〜図49を参照して説明するが、このスパレント型電界放出素子は、基本的に、以下の工程に基づき作製される。即ち、

(a) 支持体10上にストライフ状のカンード電極11を形成する工程

(b) カンード電極11上を含む支持体10上に絶縁層12を形成する工程

(c) 絶縁層12上にストライフ状のゲート電極13を形成する工程

(d) 底部にカンード電極11が露出した開口部14を、ゲート電極13及び絶縁層12に形成する工程

(e) 開口部14内を含む全面に電子放出部形成用の導電材料層91を形成する工程

(f) 開口部14の中央部に位置する導電材料層91の領域を遮断するように、マスク材料層92を導電材料層91上に形成する工程

(g) 導電材料層91の支持体10に対して垂直な方向におけるエッチング速度がマスク材料層92の支持体に対して垂直な方向におけるエッチング速度よりも速くなる異方性エッチング条件下で導電材料層91とマスク材料層92とをエッチングすることにより、導電材料層91から成り、先端部が傘形状を有する電子放出部15Eを開口部14内に露出したカンード電極11上に形成する工程

【0238】[工程-N1] 先ず、例えばガラス基板上に厚さ約0.6μmのSiO₂膜を形成して成る支持体10上に、クロム(Cr)から成るカンード電極11を設ける。具体的には、支持体10上に、例えばスパッタリング法やCVD法にてクロムから成るカンード電極用導電材料層を堆積させ、かかるカンード電極用導電材料層をパターンニングすることによって、複数のカンード電極11を形成することができる。カンード電極11の幅

(32)

を例えば50μm、カンード電極間スペースを例えば30μmとする。その後、カンード電極11上を含む支持体10上に、原料ガスとしてTEOS(テトラエトキシシラン)を使用するプラズマCVD法にてSiO₂から成る絶縁層12を形成する。絶縁層12の厚さを約1μmとする。次に、絶縁層12上の全面に、カンード電極11と直交する方向に平行に延びるストライフ状のゲート電極13を形成する。

【0239】次に、カンード電極11とゲート電極13との直交領域である電子放出領域、即ち、1面素において、ゲート電極13と絶縁層12とを貫通した開口部14を、[工程-A2]と同様の方法に基づき形成する(図46の(A)参照)。開口部14の平面形状は、例えば、直径0.3μmの円形である。開口部14は、通常、1面素に数百乃至千個程度形成される。

【0240】[工程-N2] 次に、全面に絶縁層90をスパッタリング法にて形成する(図46の(B)参照)。この密着層90は、ゲート電極13や開口部14の側壁面に露出している絶縁層12と、次の工程で全面的に成膜される導電材料層91との間の密着性を高めるために設けられる層である。導電材料層91をタンングステンで形成することを前提とし、タンングステンから成る密着層90を、DCスパッタリング法により0.07μmの厚さに形成する。

【0241】[工程-N3] 次に、開口部14内を含む全面に、厚さ約0.6μmのタンングステンから成る電子放出部形成用の導電材料層91を水素還元酸塩(CVD法)により形成する(図47の(A)参照)。成膜された導電材料層91の表面には、開口部14の上端面と底面との間の段差を反映した凹部91Aが形成される。

【0242】[工程-N4] 次に、開口部14の中央部に位置する導電材料層91の領域(具体的には凹部91A)を遮断するようにマスク材料層92を形成する。具体的には、先ず、スパレント法により厚さ約0.35μmのレジスト材料をマスク材料層92として導電材料層91の上に形成する(図47の(B)参照)。マスク材料層92は、導電材料層91の凹部91Aを吸収し、ほぼ平坦な表面となる。次に、マスク材料層92を酸蒸気ガスを用いたR1E法によりエッチングする。このエッチングを、導電材料層91の平坦面に露出した時点で終了することにより、導電材料層91の凹部91Aを平坦に埋め込むようにマスク材料層92が残る(図48の(A)参照)。

【0243】[工程-N5] 次に、導電材料層91とマスク材料層92と密着層90とをエッチングし、円錐形状の電子放出部15Eを形成する(図48の(B)参照)。これらの層のエッチングは、導電材料層91のエッチング速度がマスク材料層92のエッチング速度よりも速くなる異方性エッチング条件下で行う。エッチング条件を以下の表2に例示する。

(33)

63

【0244】表2】

【導電材料層91のエッチング条件】

SF₆流量：150SCCMO₂流量：30SCCM

Ar流量：90SCCM

圧力：35Pa

RFパワー：0.7kW (13.56MHz)

【0245】【工程-N6】その後、等方的なエッチング条件にて開口部14の内部において絶縁層12に設けられた開口部14の側壁面を後退させると、図49に示す導電放出素子が完成される。等方的なエッチングは、ケミカルドライエッチングのようにラジカルを主エッチング種として利用するドライエッチング、あるいは、エッチング液を使用するウェットエッチングにより行うことができる。エッチング液として、例えば49%フッ酸水溶液と純水の1：100（容積比）混合液を用いることができる。

【0246】ここで、【工程-N5】において、電子放出部15Eが形成される機構について、図50を参照して説明する。図50の(A)は、エッチングの進行に伴って、被エッチング物の表面プロファイルが一定時間毎にどのように変化するかを示す概式図であり、図50の(B)は、エッチング時間と開口部14の中心における被エッチング物の厚さとの関係を示すグラフである。開口部14の中心におけるマスク材料層の厚さを h_p 、開口部14の中心における電子放出部15Eの高さを h_e とする。

【0247】表2に示したエッチング条件では、レジスト材料から成るマスク材料層92のエッチング速度よりも、導電材料層91のエッチング速度の方が当然速い。マスク材料層92が存在しない領域では、導電材料層91が直ぐにエッチングされ始め、被エッチング物の表面が速やかに下駄していく。これに対して、マスク材料層92が存在する領域では、最初にマスク材料層92が除去されないとその下の導電材料層91のエッチングが始まらないので、マスク材料層92がエッチングされていく間は被エッチング物の厚さの減少速度は遅く（ h_p 減少区間）、マスク材料層92が消失した時点で初めて、被エッチング物の厚さの減少速度がマスク材料層92の減少区間の開始時は、マスク材料層92が厚さが最大となる開口部14の中心で最も遅く、マスク材料層92の薄い開口部14の周辺に向かって早くなる。このようにして、円盤状の電子放出部15Eが形成される。

【0248】レジスト材料から成るマスク材料層92のエッチング速度に対する導電材料層91のエッチング速度の比を、「対レジスト選択比」と称することにする。この対レジスト選択比が、電子放出部15Eの高さと形状を決定する重要な因子であることを、図51を参照して説明する。図51の(A)は、対レジスト選択比が相

64

対的に小さい場合、図51の(C)は、対レジスト選択比が相対的に大きい場合、図51の(B)はこれらの間である場合の、電子放出部15Eの形状を示している。対レジスト選択比が大きいほど、マスク材料層92の厚減りに比べて導電材料層91の厚減りが激しくなるので、電子放出部15Eはより高く、且つ鋭くなることとが判る。対レジスト選択比は、SF₆流量に対するO₂流量の割合を高めると低下する。また、基板バイアスを併用してイオンの入射エネルギーを変化させることが可能なエッチング装置を用いる場合には、RFバイアスレベルを高めたり、バイアス印加用の交流電源の周波数を下げること、対レジスト選択比を下げることができる。対レジスト選択比の値は1.5以上、好ましくは2以上、より好ましくは3以上に選択される。

【0249】尚、上記のエッチングにおいては当然、ゲート電極13やカソード電極11に対して高い選択比を確保する必要があるが、表2に示した条件で全く問題は無い。なぜなら、ゲート電極13やカソード電極11を構成する材料は、フッ素系のエッチング種では殆どエッチングされず、上記の条件であれば、概ね10以上のエッチング選択比が得られるからである。

【0250】【スピント型導電放出素子の製造方法の変形-2】【スピント型導電放出素子の製造方法の変形-2】の製造方法は、【スピント型導電放出素子の製造方法の変形-1】の製造方法の変形である。この製造方法においては、マスク材料層により塗布される導電材料層の側壁面、【スピント型導電放出素子の製造方法の変形-1】における製造方法におけるよりも狭くすることが可能である。即ち、【スピント型導電放出素子の製造方法の変形-2】におけるスピント型導電放出素子の製造方法において、開口部の上端面と底面との間の段差を反映して、柱状部とこの柱状部の上端に連通する大部分とから成る階層状の凹部を導電材料層の表面に生成させ、工程(1)において、導電材料層の全面にマスク材料層を形成した後、マスク材料層と導電材料層とを支持体の表面に対して平行な面内で除去することにより、柱状部にマスク材料層を残す。

【0251】以下、【スピント型導電放出素子の製造方法の変形-2】におけるスピント型導電放出素子の製造方法を、支持体等の模式的な一端面図である図52～図54を参照して説明する。

【0252】【工程-P1】まず、支持体10上にカソード電極11を形成する。カソード電極11は、例えばDCスパッタリング法により、Ti₂N層（厚さ0.1μm）、Ti₂N層（厚さ5nm）、Al-Cu層（厚さ0.4μm）、Ti₂N層（厚さ5nm）、Ti₂N層（厚さ0.02μm）及びTi₂N層（0.02μm）をこの順に積層して積層膜を形成し、続いてこの積層膜をパターニングして形成することができる。尚、図ではカソード電極11を単層で表した。次に、支持体10とカソード電極11

(34)

65

1の上に、厚さ0.7μmの絶縁層12を、TEOS（テトラエトキシシラン）を原料ガスとするプラズマCVD法に基づき形成する。次いで、絶縁層12の上にゲート電極13を形成する。

【0253】更に、全面に例えばSiO₂から成る厚さ0.2μmのエッチング停止層93を形成する。エッチング停止層93は、導電放出素子の機能上不可欠な部分ではなく、後工程で行われる導電材料層91のエッチング時に、ゲート電極13を保護する役割を果たす。尚、導電材料層91のエッチング条件に対してゲート電極13が十分に高いエッチング耐性を持ち得る場合には、エッチング停止層93を省略しても構わない。その後、R1E法により、エッチング停止層93、ゲート電極13、絶縁層12を貫通し、底部にカソード電極11が露出した開口部14を、【工程-A2】と同様の方法に基づき形成する。このようにして、図52の(A)に示す状態が得られる。

【0254】【工程-P2】次に、開口部14内を含む全面に、例えば厚さ0.03μmのタングステンから成る

【表3】

メンキ液

：硫酸銅（CuSO₄・5H₂O）

ホルマリン（37% HCHO）

水酸化ナトリウム（NaOH）

酒石酸ナトリウムカリウム

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

：50℃

＊ 導電層90を形成する。次いで、開口部14内を含む全面に電子放出部形成用の導電材料層91を形成する（図52の(B)参照）。但し、【スピント型導電放出素子の製造方法の変形-2】における導電材料層91は、【スピント型導電放出素子の製造方法の変形-1】の製造方法で述べた凹部91Aよりも深い凹部91Aが表面に生成されるように、導電材料層91の厚さを選択する。即ち、導電材料層91の厚さを適切に設定することによって、開口部14の上端面と底面との間の段差を反映して、柱状部91Bとこの柱状部91Bの上端に連通する凹部91Cとから成る階層状の凹部91Aを導電材料層91の表面に生成させることができる。

【0255】【工程-P3】次に、導電材料層91の全

面に、例えば無電解メッキ法により、厚さ約0.5μm

の銅（Cu）から成るマスク材料層92を形成する（図

53の(A)参照）。無電解メッキ条件を以下の表3に

例示する。

【0256】

法の変形-1】の製造方法で形成された電子放出部15Eに比べ、より鋭い鋭形状が達成されている。これは、マスク材料層92の形状と、マスク材料層92のエッチング速度に対する導電材料層91のエッチング速度の比の違いに起因する。この違いについて、図55を参照しながら説明する。図55は、被エッチング物の表面プロファイルが一定時間毎にどのように変化するかを示す図であり、図55の(A)は銅から成るマスク材料層92を用いた場合、図55の(B)はレジスト材料から成るマスク材料層92を用いた場合を示す。尚、簡略化のために導電材料層91のエッチング速度と密着層90のエッチング速度とをそれぞれ等しいものと仮定し、図55においては密着層90の図示を省略する。

【0261】銅から成るマスク材料層92を用いた場合（図55の(A)参照）は、マスク材料層92のエッチング速度が導電材料層91のエッチング速度に比べて十分に遅いために、エッチング中にマスク材料層92が消失することがなく、従って、先端部の鋭い電子放出部15Eを形成することができる。これに対して、レジスト材料から成るマスク材料層92を用いた場合（図55の(B)参照）は、マスク材料層92のエッチング速度が導電材料層91のエッチング速度に比べて遅く、エッチング中にマスク材料層92が消失し易く、従って、マスク材料層消失後の電子放出部15Eの

(35)

77
67
[02622] また、柱状部91Bに残るワスチ材料層92には、柱状部91Bの深さが多少変化しても、電子放出部15Eの形状は変化したくないというメリットもある。即ち、柱状部91Bの深さは、導電材料層91の厚さやスタンプカバレッジのばらつきによって変化し得るが、柱状部91Bの幅は深さによらずほぼ一定なので、ワスチ材料層92の幅もほぼ一定となり、最終的に形成される電子放出部15Eの形状には大差が生じない。これに対して、図部91Aに残るワスチ材料層92において、図部91Aが深い場合と深い場合とでワスチ材料層の幅も変化してしまうため、図部91Aが浅くワスチ材料層92の厚さが薄い場合ほど、より早期に電子放出部15Eの絶状形状の鈍化が始まる。電子放出部15Eの絶状形状の鈍化は、ゲート電極とカソード電極との間の電位差、ゲート電極とカソード電極との間の距離、電子放出部の構成材料の仕事関数の他、電子放出部の先端部の形状によっても変化する。このため、必要に応じて上述のようにワスチ材料層の形状やエッチング速度を選択することが好ましい。

20
[02633] [スベント型電界放出素子の製造方法の変形-3] [スベント型電界放出素子の製造方法の変形-3]の製造方法は、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-2]のノズル型電界放出素子の製造方法の変形である。[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-3]の製造方法においては、工程(e)において、開口部の上端面と底面との間の段差を反映して、柱状部とこの柱状部の上端に連通する拡大部とから成る略漏斗状の凹部を導電材料層の表面に生成させ、工程(f)において、導電材料層の全面にワスチ材料層を形成した後、導電材料層上と拡大部内のワスチ材料層を除去することにより、柱状部にワスチ材料層を残す。以下、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-3]における、スベント型電界放出素子の製造方法を、支持体等の模式的な一部端面図である図56及び図57を参照して説明する。

20
[02644] [工程-Q1] 先ず、図53の(A)に示したワスチ材料層92の形成までを[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-2]の製造方法の[工程-P1]～[工程-P3]と同様に行った後、導電材料層91上と拡大部91C内のワスチ材料層92のみを除去することにより、柱状部91Bにワスチ材料層92を残す(図56の(A)参照)。このとき、例えば希フッ酸水溶液を用いたウェットエッチングを行うことにより、タングステンから成る導電材料層91を除去することなく、銅から成るワスチ材料層92のみを選択的に除去することができ、柱状部91B内に残るワスチ材料層92の高さは、エッチング時間に依存するが、このエッチング時間は、拡大部91Cに埋め込まれたワスチ材料層92の部分が十分に除去される限りにおいて、それ程の

68

68
[02651] [工程-Q2] 次に、導電材料層91とワスチ材料層92と密着層900のエッチングを、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-2]の製造方法と同様に行い、図56の(B)に示すような電子放出部15Eを形成する。この電子放出部15Eは、図54の(A)に示したように全体が絶状形状を有しているも結構ではないが、図56の(B)には先端部のみが絶状形状を有する変形例を示した。かかる形状は、柱状部91Bに埋め込まれたワスチ材料層92の高さが低い、若しくは、ワスチ材料層92のエッチング速度が比較的速い場合に生じ得るが、電子放出部15Eとしての機能に何ら支障はない。

20
[02661] [工程-Q3] その後、等方的なエッチング条件下で開口部14の内部において絶縁層12に設けられた開口部14の側壁面を後述せよと、図57に示した電子放出部が完成される。等方的なエッチングについては、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-1]の作製方法で説明したと同様とすればよい。

20
[02671] [スベント型電界放出素子の製造方法の変形-4] [スベント型電界放出素子の製造方法の変形-4]の製造方法は、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-1]の製造方法の変形である。[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-4]の模式的な一部端面図を図58に示す。[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-4]と異なる点は、電子放出部が、基部94と、基部94上に積層された銅製の電子放出部15Eとから構成されている点にある。ここで、基部94と電子放出部15Eとは異なる導電材料から構成されている。具体的に、基部94は、電子放出部15Eとゲート電極13の開口端部との間の距離を調節するための部材であり、且つ、抵抗体層としての機能を有し、不純物を含むポリシリコン層から構成されている。電子放出部15Eはタンングステンから構成されており、絶状形状、より具体的には円錐形状を有する。尚、基部94と電子放出部15Eとの間には、TINから成る密着層900が形成されている。尚、密着層900は、電子放出部の機能上不可欠な構成要素ではなく、製造上の理由で形成されている。絶縁層12がゲート電極13の直下から基部94の上端部にかけて設けられることにより、開口部14が形成されている。

20
[02681] 以下、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-4]の製造方法を、支持体等の模式的な一部端面図である図59～図61を参照して説明する。

(36)

69
[02691] [工程-R1] 先ず、開口部14の形成までを、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-1]の製造方法の[工程-N1]と同様に行う。即ち、開口部14内を含む全面に基部形成用の導電材料層94Aを形成する。導電材料層94Aは、抵抗体層としても機能し、ポリシリコン層から構成され、プラズマエッチングにより形成することができ、次いで、全面に、スベント法にてレジスト材料から成る平坦化層95を表面が略平坦となるように形成する(図59(A)参照)。次に、平坦化層95と導電材料層94Aのエッチング速度が共に略等しくなる条件で同層をエッチングし、開口部14の底部を上面が平坦な基部94で埋め込む(図59の(B)参照)。エッチングは、塩素系ガスと酸素系ガスを含むエッチングガスを用いたRIE法により行うことができる。導電材料層94Aの表面を平坦化層95で一且平坦化してからエッチングを行うので、基部94の上面が平坦となる。

20
[02701] [工程-R2] 次に、開口部14の残部を含む全面に密着層900を成膜し、更に、開口部14の残部を含む全面に電子放出部形成用の導電材料層91を成膜し、開口部14の残部を導電材料層91で埋め込む(図60の(A)参照)。密着層900は、スパッタリング法により形成される厚さ0.07μmのTIN層であり、導電材料層91は減圧CVD法により形成される厚さ0.6μmのタンングステン層である。導電材料層91の表面には、開口部14の上端面と底面との間の段差を反映して図部91Aが形成されている。

20
[02711] [工程-R3] 次に、導電材料層91の全面に、スベント法によりレジスト材料から成るワスチ材料層92を表面が略平坦となるように形成する(図60の(B)参照)。ワスチ材料層92は、導電材料層91の表面の図部91Aを覆って平坦な表面となつていて、次に、ワスチ材料層92を酸素系ガスを用いたRIE法によりエッチングする(図61の(A)参照)。このエッチングは、導電材料層91の平坦面が露出した時点で終了する。これにより、導電材料層91の図部91Aにワスチ材料層92が平坦に残され、ワスチ材料層92は、開口部14の中央部に位置する導電材料層91の領域を覆致するように形成されている。

20
[02721] [工程-R4] 次に、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-1]の製造方法の[工程-N5]と同様にして、導電材料層91、ワスチ材料層92及び密着層900と共にエッチングすると、前述の機能に基づき対レジスト選択比の大きさに応じた円錐形状を有する電子放出部15Eと密着層900とが形成され、電子放出部が完成される(図61の(B)参照)。その後、開口部14の内部において絶縁層12に設けられた開口部14の側壁面を後述せよと、図58に示した電界放出素子を得ることができ、

70
[02731] [スベント型電界放出素子の製造方法の変形-5] [スベント型電界放出素子の製造方法の変形-5]の製造方法は、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-2]の製造方法の変形である。[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-5]の模式的な一部端面図を図63の(B)に示す。[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-5]が[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-2]と異なる点は、電子放出部が、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-4]と同様に、基部94と、基部94上に積層された銅製の電子放出部15Eとから構成されている点にある。ここで、基部94と電子放出部15Eとは異なる導電材料から構成されている。具体的に、基部94は、電子放出部15Eとゲート電極13の開口端部との間の距離を調節するための部材であり、且つ、抵抗体層としての機能を有し、不純物を含むポリシリコン層から構成されている。電子放出部15Eはタンングステンから構成されており、絶状形状、より具体的には円錐形状を有する。尚、基部94と電子放出部15Eとの間には、TINから成る密着層900が形成されている。尚、密着層900は、電子放出部の機能上不可欠な構成要素ではなく、製造上の理由で形成される。絶縁層12がゲート電極13の直下から基部94の上端部にかけて設けられることにより、開口部14が形成されている。

20
[02741] 以下、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-5]の製造方法を、支持体等の模式的な一部端面図である図62及び図63を参照して説明する。

20
[02751] [工程-S1] 先ず、開口部14の形成までを、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-1]の製造方法の[工程-N1]と同様に行う。次に、開口部14内を含む全面に基部形成用の導電材料層を形成し、導電材料層をエッチングすることによって、開口部14の底部を埋め込む基部94を形成することができ、尚、図示される基部94は平坦化された表面を有しているが、表面が傾くてもよい、尚、平坦化された表面を有する基部94は、[スベント型電界放出素子の製造方法の変形-4]の製造方法の[工程-R1]と同様のプロセスによって形成可能である。更に、開口部14の残部を含む全面に、密着層900及び電子放出部形成用の導電材料層91を順次形成する。このとき、開口部14の上端面と底面との間の段差を反映した柱状部91Bとこの柱状部91Bの上端に連通する拡大部91Cとから成る略漏斗状の図部91Aが導電材料層91の表面に生成されるように、導電材料層91の厚さを選択する。次に、導電材料層91上にワスチ材料層92を形成する。この工程の(A)は、これまでのプロセスが終了した状態を示している。

20
[02761] [工程-S2] 次に、ワスチ材料層92と導電材料層91とを支持体10の表面に対して平行な面内で除去することにより、柱状部91Bにワスチ材料層

(37)

12

92を減す(図62の(B)参照)。この除去は、[工程-P4]と同様に、化学的機械的研究法(CMP法)により行うことができる。

【0277】工程-S3)次に、導電材料層91とマ
ススク材料層92と密着層90とのエッチングすると、前
述の機構に基づき対レジスト層10の大きさに応じた円形
の開口部を有する電子放出部15Eが形成される。これら
の層のエッチングは、[ステップ]で電界放出素子の製造
方法の要項-2)の製造方法の「工程-P5」と同様に進
行うことができる。電子放出部15Eと基座94、及
び、電子放出部15Eと基部94の間に存在する密着層
90とによって、電子放出部が形成される。電子放出部
90とよって、電子放出部が形成される。電子放出部
63の(A)には基部94の一部が開口部14の底部を
埋め込むように存在した状態を示した。かかる形状は、
柱状部91Bに埋め込まれたマスキング材料層92の高さが
低いか、若しくは、マススク材料層92のエッチング速度
が比較的低い場合に生じ得るが、電子放出部としての機
能に何ら支障はない。

【0278】（工程-S4）その後、等方的なエッチング条件下で開口部14の内部において絶縁層12の側壁面を後退させると、図63の（B）に示した電界放出素子を完成させる。等方的なエッチング条件は、【スピンコート電界放出素子の製造方法の変形-1】の製造方法で説明したと同様とされよい。

【0279】[スピント型電界放出素子の製造方法の変形-6] [スピント型電界放出素子の製造方法の変形-6]の製造方法は、[スピント型電界放出素子の製造方法の変形-3]のスピント型電界放出素子の製造方法の変形-6]と異なる点は、電子放出部が、[スピント型電界放出素子の製造方法の変形-4]と同様に、基座94と、基座94上に積層された酸欠の電子放出層15Eとから構成されている点にある。以下、スピント型電界放出素子6]の製造方法を、図64を参照して説明する。

[0280] [工程-T1] マスク材料92の形成までを「スピント型電界放出素子の製造方法の変形-5」の製造方法上の[工程-S1]と同様に行う。その後、導電材料991と拡大部91C内のマスク材料92の面を除去することにより、柱状部91Bにマスク材料92の面を除去することなく、柱状部91Bにマスク材料92の面を除去することなく、タンクステンから成るいたウェットエッチングを行い、タンクステンから成る導電材料991を除去することなく、領域から成るマスク材料92のみを選択的に除去することができる。この後の導電材料991とマスク材料92のエッチング、総線12の等分したエッチング等のプロセスは、全て、[スピント型電界放出素子の製造方法の変形-5]で、

72

の製造方法と同様に行うことができる。

【0281】以上、本発明を、発明の実施の形態に基づき説明したが、本発明はこれらに限定されるものではない。発明の実施の形態にて説明したアノードパネルやカソードパネル、表示装置の構成、構成、製造方法は例示であり、適宜変更することができる。表示装置において、は、あらかじめ表示を例にて説明したが、単色表示とすることもできる。

【０２８２】更には、電界放出素子の製造において使用した各種材料も例示であり、適宜変更することができ、電界放出素子においては、専ら１つの開口部に１つの電子放出素子に対応する形態を説明したが、電界放出素子の構造に依っては、１つの開口部に複数の電子放出素子の構造に依っては、１つの開口部に複数の電子放出素子の形態、あるいは、複数の開口部に１つの電子放出素子が対応する形態とすることもできる。

[illegible]

【0284】表示装置において、カソードパネルにおいて、カソードパネルA Pとを両端部において接合する場合、アノードパネルA Pとを両端部において接合する場合は接着層を用いて行ってもよいあるいはガラスやセラミックス等の絶縁性樹脂材料から成る枠体と接着層とを併用して行ってもよい。枠体と接着層とを併用する場合には、枠体の高さより高さを確保することにより、接着層のみを使用する場合に比べ、カソードパネルC PとアノードパネルA Pとの間の対向距離をより長く設定することが可能である。尚、接着層の構成材料としては、フリットガラスが一般的であるが、融点が120〜400℃程度の所謂低熔点金属材料を用いてもよい。かかる低熔点金属材料として、In（インジウム：融点157℃）、In—Zn（インジウム—亜鉛合金：Sn80Ag20（融点220〜370℃）、Sn95Cu5（融点227〜370℃）等の合金（Sn）系高価はんだ；Pb97.5Ag2.5（融点304℃）、Pb94.5Ag5.5（融点304〜365℃）、Pb97.5Ag1.5Sn1.0（融点309℃）等の鉛（Pb）系高価はんだ；Zn95Al5（融点380℃）等の亜鉛（Zn）系高価はんだ；Sn5Pb95（融点300〜321℃）、Sn2Pb98（融点316〜322℃）等の錫—鉛系

(38)

73

標準はんだ: AugGa₁₂ (融点 381°C) 等のろう
材 (以上の添字は全て原子%を表す) を例示することが
できる。

【0285】 指示装置において、カソードパネルCPⅠ、アノードパネルAPと本体の三者を接合する場合、三者を同時に接合してもよい、あるいは、第1段階でカソードパネルCPⅠ又はアノードパネルAPのいずれか一方と本体とを接合し、第2段階でカソードパネルCPⅡ又はアノードパネルAPの他方を本体とを接合してもよい。三者同時接合や第2段階における接合を真真空雰囲気中で行えば、カソードパネルCPⅠとアノードパネルAPとと本体とを接合により囲まれた空間は、接合と同時に真空となる。あるいは、三者の接合体後、カソードパネルCPⅠとアノードパネルAPとと本体とを接合層によって囲まれた空間を排気し、真空とすることもできる。接合後に排気を行う場合、接合時の真真空の圧力は常圧/減圧のいずれであっていてもよく、また、雰囲気ガスを構成する気体は、大気であっても、あるいは窒素ガスや同律排気体は、大気であっても、あるいは窒素ガスや同律排気体に属するガス（例えばA1ガス）を含む不活性ガスであってもよい。

【0286】接合後に非気を行う場合、排気は、カソードネルCP及び/又はアードネルAPに予め接続されたチップ管を通じて行うことができる。チップ管は、典型的にはガラス管を用いて構成され、カソードネルCP及び/又はアードネルAPの無熱領域に設置された熱遮蔽によって封じ切られる。尚、封じ切りを行う前に、表示装置全体を一旦加熱してから降温させ、空間に残留ガスを放出させることができる。この残留ガスを非気により空間外へ除去することができるので、好適である。

【0287】表示装置においては、電界放出素子の構造に依存して（例えば、電界放出部を金属層部から構成する場合）、絶縁層やゲート電極を被覆すると、単に、カソード電極上に電圧を印加するだけで、一面素（1サブピクセル）単位で、カソード電極に印加する電圧の制御を行う。カソード電極の平面形状を矩形形とし、各カソード電極を配線及び例えばトランジスタから成るスイッチング素子を介して制御回路に接続する。各カソード電極に印加される電圧が印加されると、カソード電極によって形成される電界に基づき、電子がアノード効果に基づき電界放出部から電子が放出され、この電子がアノード効果に基づき蛍光体層に衝突する。輝度は、カソード電極に印加される電圧によって制御される。

【0288】ゲートの金属層、開口部が形成された帯状あるいはシート状の金属層から構成し、支持体上にゲート電極支持部を形成し、金属層部からゲート電極支持部の上方に開口の頂面に接するように、且つ、電子放出部の上方に開口

72

部が位置するように、金属箔が収束された構成とするこ
ともできる。尚、この場合、金属箔に形成された枚数の
開口部の下方に1つの電子放出部が形成されているとい
い、金属箔に形成された1つの開口部の下方に1つの
電子放出部が形成されているともよい。

【0289】表面伝導型電界放出素子は、例えばガラスから成る支持基板の表面伝導型電界放出領域を構成することでもできる。この電界放出素子から電子放出領域を構成することでもできる。ここで、電界放出素子から電子放出領域を構成する材料として、例えば、酸化亜鉛（ SnO_2 ）、金（Au）、酸化インジウム（ In_2O_3 ）/酸化亜鉛（ SnO_2 ）、カーボン、酸化パラジウム（ PdO ）等の導電材料から成り、微小面電極を有し、所定の間隔（ギャップ）を開けて配された一対の電極がマトリクス状に形成される。それぞれの電極の電極の上には炭素電極が形成されている。そして、一対の電極の内の一方の電極に方向電磁場が印加され、一対の電極の内の他方の電極に列方向電磁場が印加された構成を有する。一対の電極に電圧を印加することによって、ギャップを挟んで向かい合った炭素電極に電界が加わり、炭素電極から電子が放出される。かかる電子をアノードパネル上の蛍光体層に衝突させることによって、蛍光体層が励起されて発光し、所望の画面を印画することができ、

10290]

【発明の効果】本発明においては、実質的に平坦な表面を有する反射膜が備えられているので、即ち、反射膜が縦横断面を有しているが、蛍光体層からの発光を効果的に反射することができる。また、反射膜の傾度向上を図ることができ、また、傾度が向上するので、従来と同じ傾度とする場合には、表示装置の低消費電力化を図ることができる。また、反射膜を、蛍光体層の上方の傾度の傾度の任意の位置に、隔壁に支持された状態に設けることができるので、散乱電子による光学的クロストークの発生に導くことができる。しかも、簡単な構造を有するに止まらず、スベーパーの可塑性という現象の抑止に導くことができる。すなわち、スベーパーに中間電極といった電界隔壁正細棒を取り付け、あるいは陽極とすることが不要となり、スベーパーを分割したり、複設した状態とすることが可能となるし、表示装置の構造、構成の簡素化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】冷陰極電界電子放出型表示装置からなる表示装置の模式的な一部断面図である。

【図2】冷陰極電界電子放出型表示装置からなる表示装置におけるアノードパネルあるいは表示用パネルにおける隔壁及び蛍光体層の配置を模式的に示す断面図である。

【図3】冷陰極電界電子放出型表示装置からなる表示装置におけるアノードパネルあるいは表示用パネルの拡大された模式的な一部断面図である。

【図4】冷陰極電界電子放出型表示装置を構成するカソードパネルの模式的な部分の断面図である。

75

【図5】 発明の実施の形態1における表示用パネルあるいは表示装置の製造方法を説明するための基礎等の模式的な一部端面図である。

【図6】 発明の実施の形態1における表示用パネルあるいは表示装置の製造方法を説明するための模式図である。

【図7】 発明の実施の形態1における表示用パネルあるいは表示装置の製造方法を説明するための模式図である。

【図8】 発明の実施の形態1における表示用パネルあるいは表示装置の製造方法を説明するための模式図である。

【図9】 発明の実施の形態1における表示用パネルあるいは表示装置の製造方法を説明するための模式図である。

【図10】 発明の実施の形態1にて得られた表示用パネル(アノードパネル)と、従来の製造方法にて得られた表示用パネル(アノードパネル)の剛度特性を表すグラフである。

【図11】 冷陰極電界電子放出表示装置から成る表示装置におけるアノードパネルあるいは表示用パネルにおける隔壁及び蛍光体層の配置の变形例を模式的に示す配置図である。

【図12】 冷陰極電界電子放出表示装置から成る表示装置におけるアノードパネルあるいは表示用パネルの变形例の模式的な一部端面図である。

【図13】 冷陰極電界電子放出表示装置から成る表示装置におけるアノードパネルあるいは表示用パネルの別の变形例の模式的な一部端面図である。

【図14】 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜に入射角0度で入射した電子の挙動、厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜及びその下方に2nS層が存在する場合に反射膜に入射角0度で入射した電子の挙動、2nS層に入射角0度で入射した電子の挙動をそれぞれ示す棒グラフである。

【図15】 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜に入射角0度で入射した電子の挙動、厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜及びその下方に2nS層が存在する場合に反射膜に入射角0度で入射した電子の挙動、2nS層に入射角0度で入射した電子の挙動をそれぞれ示す棒グラフである。

【図16】 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜及びその下方に2nS層が存在する場合に、反射膜に入射角0度で入射した電子であって、反射膜によって後方散乱される電子の有するエネルギー分布を示すグラフ、及び、2nS層に入射角0度で入射した電子であって、2nS層によって後方散乱される電子の有するエネルギー分布を示すグラフである。

【図17】 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜及びその下方に2nS層が存在する場合に、反射膜に入

76

射角0度で入射した電子であって、反射膜によって後方散乱される電子の後方散乱角分布を示すグラフ、及び、2nS層に入射角0度で入射した電子であって、2nS層によって後方散乱される電子の後方散乱角分布を示すグラフである。

【図18】 各種の厚さを有するアルミニウムから成る反射膜に、各種の加速電圧の電子を入射角0度で入射させたとき、反射膜を透過してきた電子の有するエネルギーを表したヒストグラムである。

【図19】 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜に、入射角を0度及び15度に変化させ、電子の加速電圧を1キロボルト、4キロボルト、8キロボルトの3通りで変化したときの、入射電子1つ当たりの反射膜に蓄積されるエネルギー平均値、後方散乱電子のエネルギー平均値、シミュレーション調整の絶対値を示す棒グラフである。

【図20】 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜に、入射角を30度及び45度に変化させ、電子の加速電圧を1キロボルト、4キロボルト、8キロボルトの3通りで変化したときの、入射電子1つ当たりの反射膜に蓄積されるエネルギー平均値、後方散乱電子のエネルギー平均値、シミュレーション調整の絶対値を示す棒グラフである。

【図21】 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜に、入射角を60度及び75度に変化させ、電子の加速電圧を1キロボルト、4キロボルト、8キロボルトの3通りで変化したときの、入射電子1つ当たりの反射膜に蓄積されるエネルギー平均値、後方散乱電子のエネルギー平均値、シミュレーション調整の絶対値を示す棒グラフである。

【図22】 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜に、入射角を0度及び15度に変化させ、電子の加速電圧を1キロボルト、4キロボルト、8キロボルトの3通りで変化したときの、入射電子1つ当たりの反射膜に蓄積されるエネルギー平均値、後方散乱電子のエネルギー平均値、シミュレーション調整の百分率を示す棒グラフである。

【図23】 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜に、入射角を30度及び45度に変化させ、電子の加速電圧を1キロボルト、4キロボルト、8キロボルトの3通りで変化したときの、入射電子1つ当たりの反射膜に蓄積されるエネルギー平均値、後方散乱電子のエネルギー平均値、シミュレーション調整の百分率を示す棒グラフである。

【図24】 厚さ70nmのアルミニウムから成る反射膜に、入射角を60度及び75度に変化させ、電子の加速電圧を1キロボルト、4キロボルト、8キロボルトの3通りで変化したときの、入射電子1つ当たりの反射膜に蓄積されるエネルギー平均値、後方散乱電子のエネルギー平均値、シミュレーション調整の百分率を示す棒グラフである。

77

ラフである。

【図25】 スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図26】 図25に引き続き、スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図27】 クラウン型冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図28】 図27に引き続き、クラウン型冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図29】 扁平型冷陰極電界電子放出素子-1の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部断面図である。

【図30】 扁平型冷陰極電界電子放出素子-2の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部断面図である。

【図31】 扁平型冷陰極電界電子放出素子-3の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図32】 図32に引き続き、扁平型冷陰極電界電子放出素子-3の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図33】 平面型冷陰極電界電子放出素子-1の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部断面図である。

【図34】 平面型冷陰極電界電子放出素子-2の模式的な一部断面図である。

【図35】 平面型冷陰極電界電子放出素子-2の模式的な一部断面図である。

【図36】 クレータ型冷陰極電界電子放出素子-1の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図、及び、部分的な斜視図である。

【図37】 図36に引き続き、クレータ型冷陰極電界電子放出素子-1の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図、及び、部分的な斜視図である。

【図38】 図38に引き続き、クレータ型冷陰極電界電子放出素子-1の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図、及び、部分的な斜視図である。

【図39】 図39に引き続き、クレータ型冷陰極電界電子放出素子-1の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部断面図である。

【図40】 クレータ型冷陰極電界電子放出素子-2の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部断面図である。

【図41】 クレータ型冷陰極電界電子放出素子-3の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部断面図である。

(40)

78

【図42】 クレータ型冷陰極電界電子放出素子-4の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図43】 図42に引き続き、クレータ型冷陰極電界電子放出素子-4の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図44】 エッジ型冷陰極電界電子放出素子の模式的な一部断面図である。

【図45】 エッジ型冷陰極電界電子放出素子の製造方法を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図46】 スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法の变形-1]を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図47】 図46に引き続き、[スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法の变形-1]を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図48】 図48に引き続き、[スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法の变形-1]を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図49】 円錐形状の電子放出部が形成される機構を説明するための図である。

【図50】 円錐形状の電子放出部が形成される機構を説明するための図である。

【図51】 対ジスト選択比と、電子放出部の高さ形状の関係を表模式的に示す図である。

【図52】 [スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法の变形-2]を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図53】 図52に引き続き、[スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法の变形-2]を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図54】 図53に引き続き、[スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法の变形-2]を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図55】 据エッチング物の表面プロファイルが一定時間毎にどのように変化するかを示す図である。

【図56】 [スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法の变形-3]を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

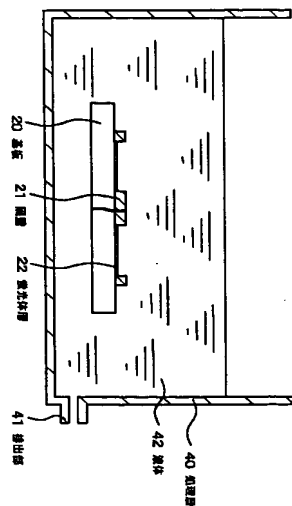
【図57】 図56に引き続き、[スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法の变形-3]を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

【図58】 [スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法の变形-4]にて得られるスピント型冷陰極電界電子放出素子の模式的な一部端面図である。

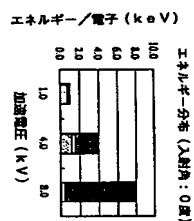
【図59】 [スピント型冷陰極電界電子放出素子の製造方法の变形-4]を説明するための支持体等の模式的な一部端面図である。

(43)

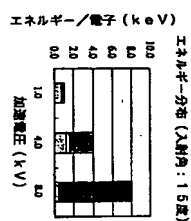
【図6】



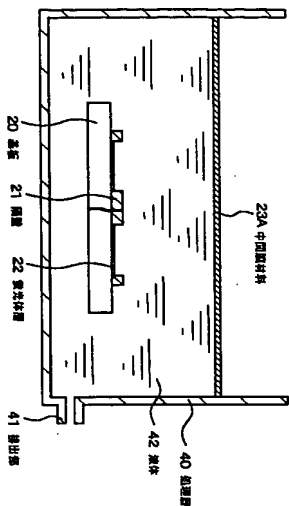
【図9】
(A)



(B)



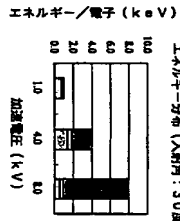
【図7】



【図20】

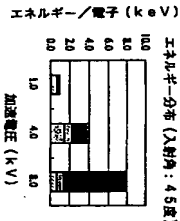
【図20】

(A)

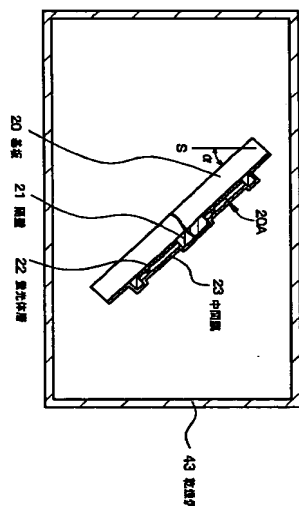


【図8】

(B)



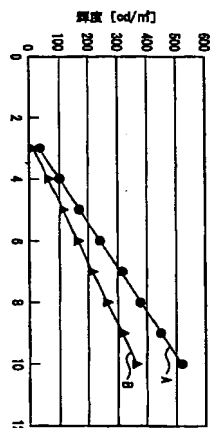
【図9】



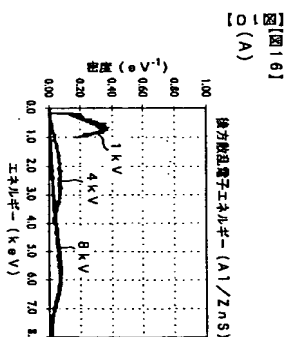
(44)

【図9】

【図10】

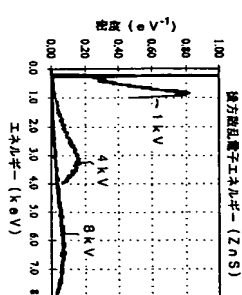


【図16】

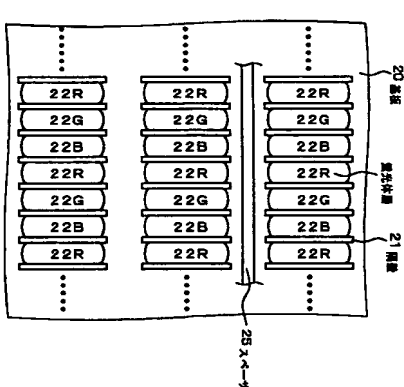


【図11】

(B)

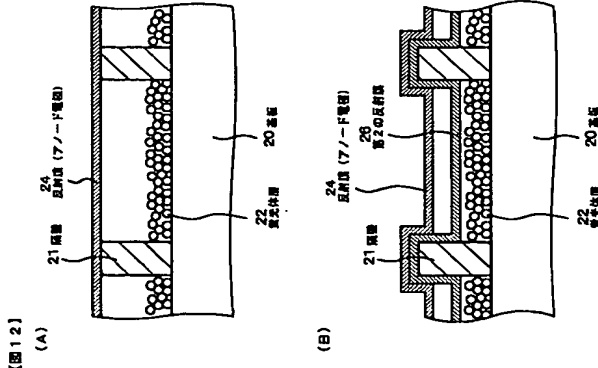


【図11】

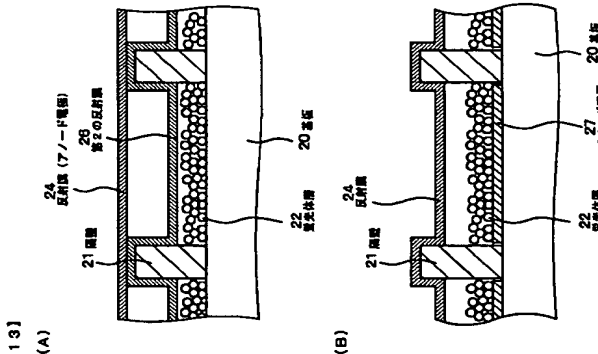


(45)

【図12】

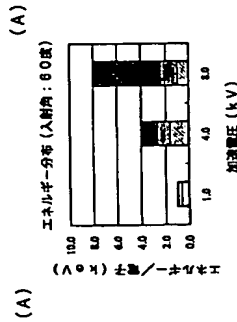


【図13】

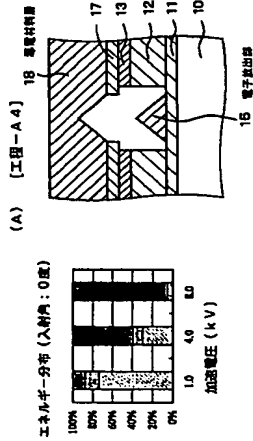


【図21】

【図22】

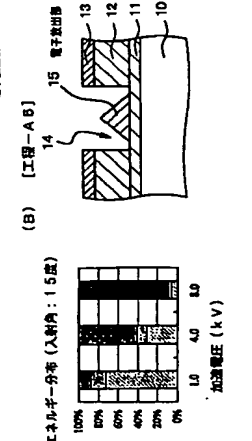


【図26】



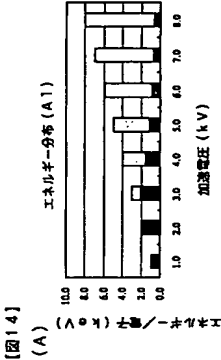
(B)

(B)



(46)

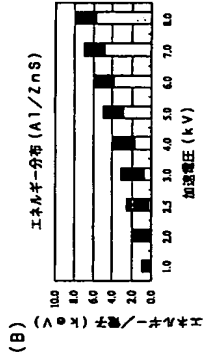
【図14】



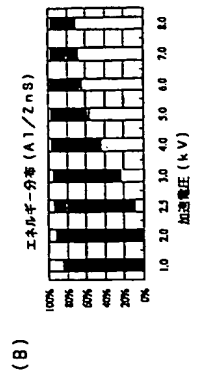
【図15】



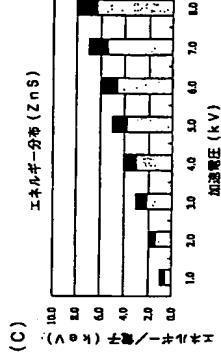
(B)



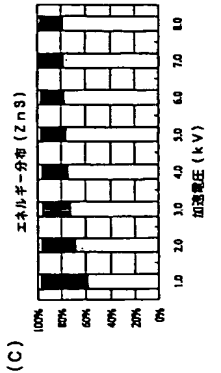
(B)



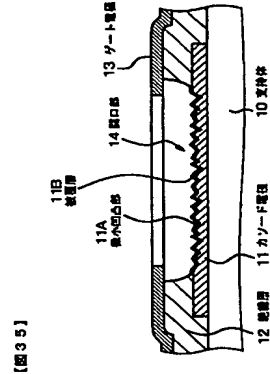
(C)



(C)



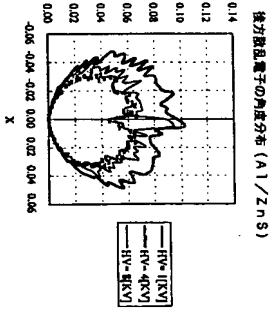
【図35】



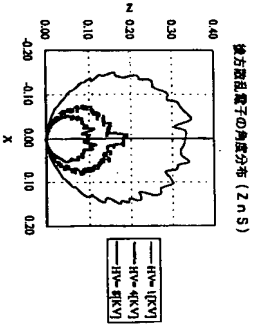
(47)

【図17】

【図17】
(A)

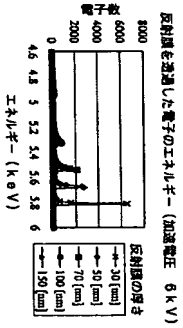


(B)

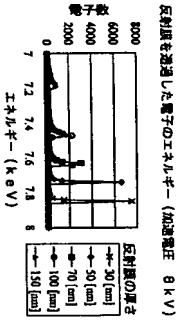


【図18】

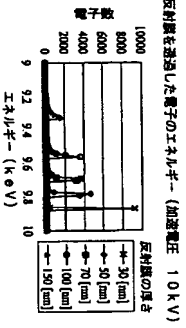
【図18】
(A)



(B)

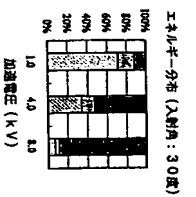


(C)

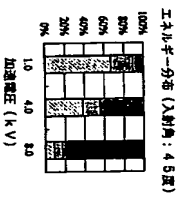


【図23】

【図23】
(A)



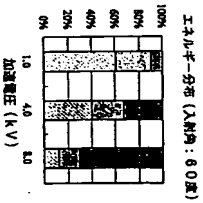
(B)



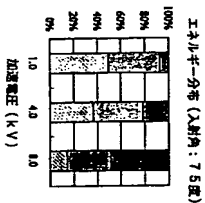
(48)

【図24】

【図24】
(A)

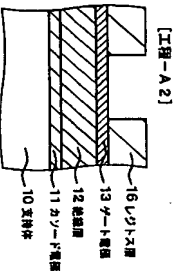


(B)

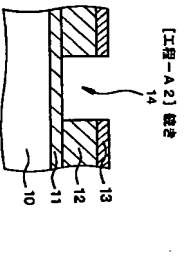


【図25】

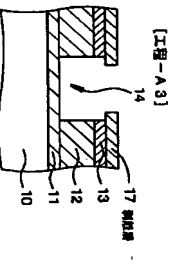
【図25】
(A)



(B) 【工程-A2】 続き

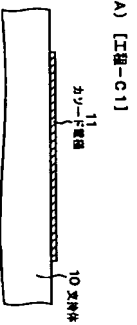


(C) 【工程-A3】

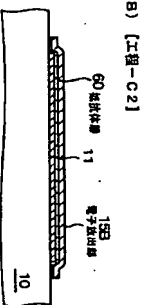


【図29】

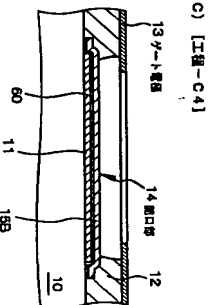
【図29】
(A)



(B) 【工程-C2】

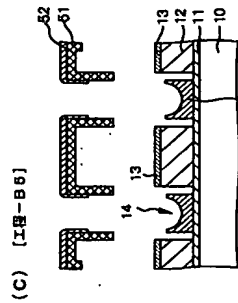
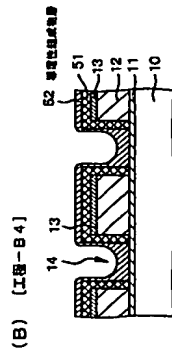
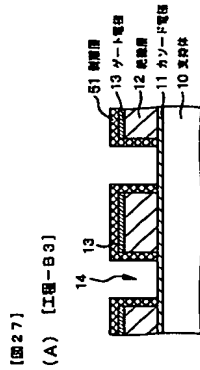


(C) 【工程-C4】

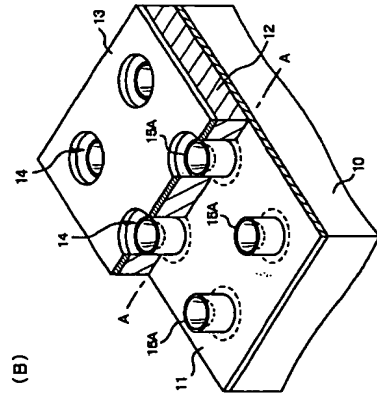
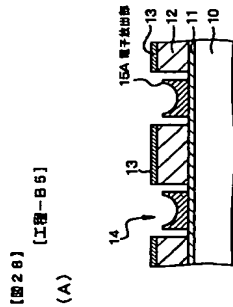


(49)

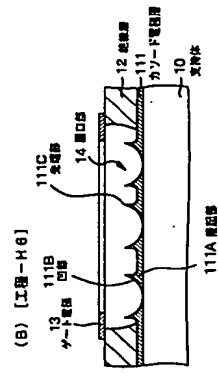
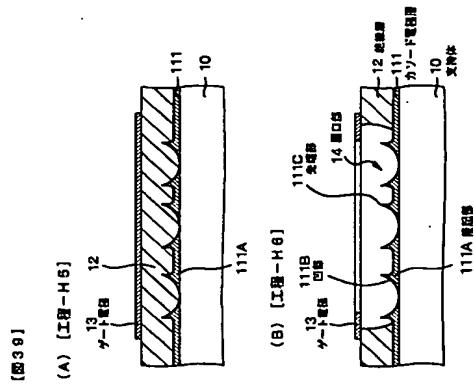
【图27】



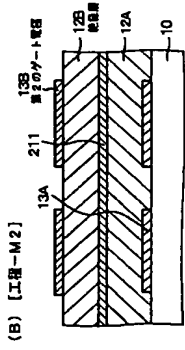
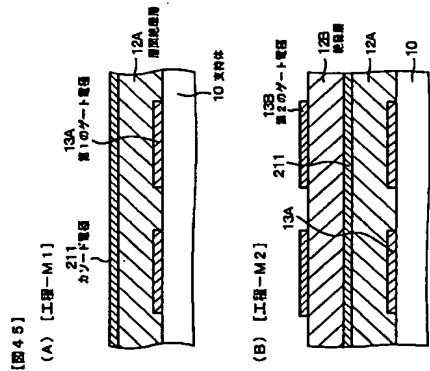
【28】



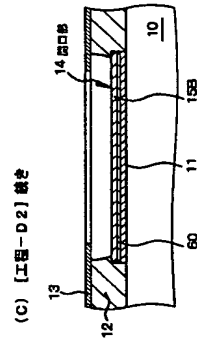
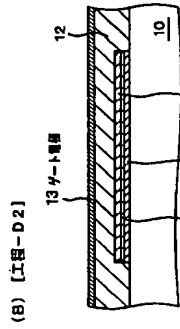
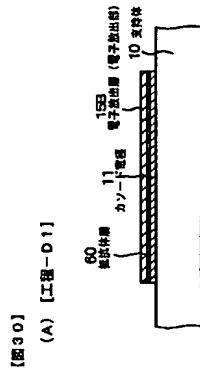
[39]



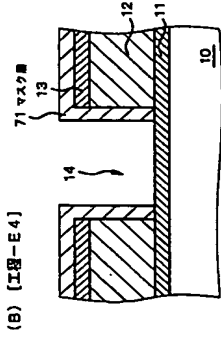
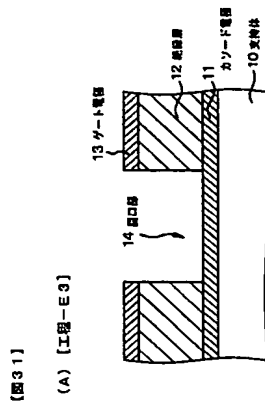
【图45】



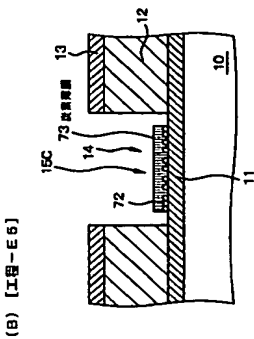
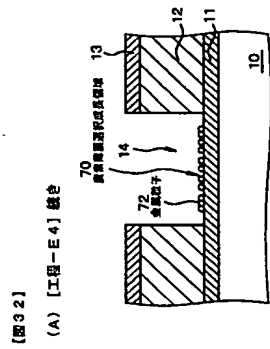
【图30】



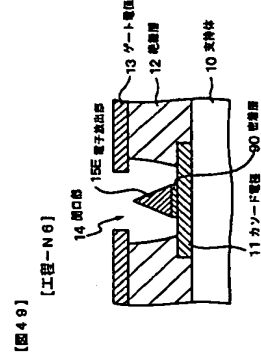
【图 3 1】



【圖32】

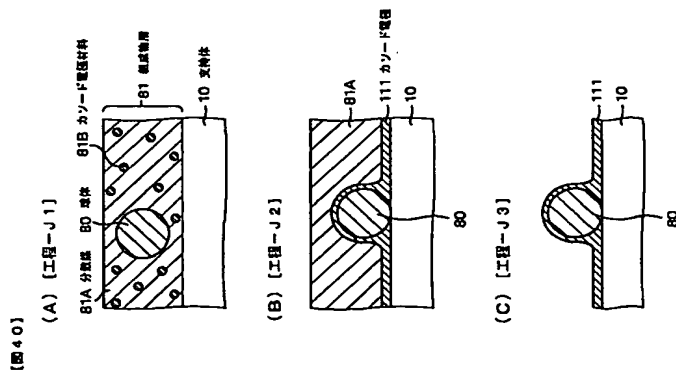


【图49】

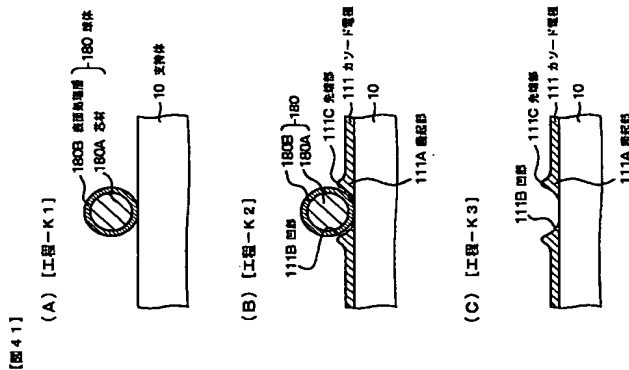


(53)

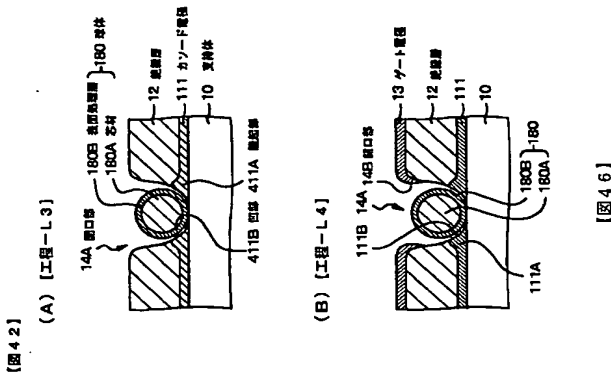
【図 40】



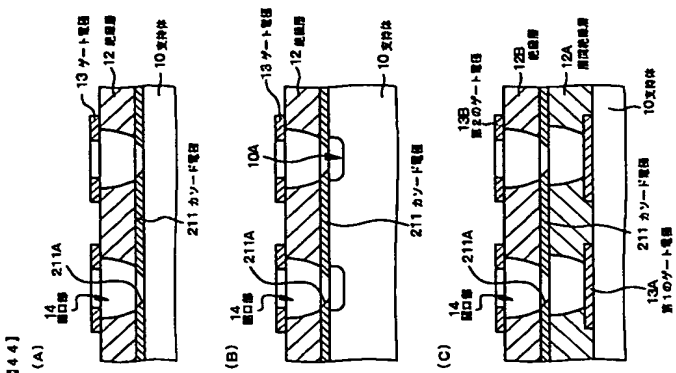
【図 41】



【図 42】

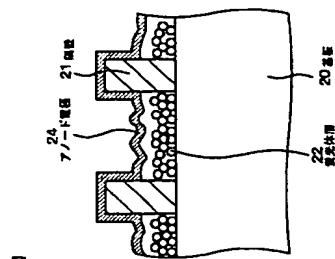


【図 44】

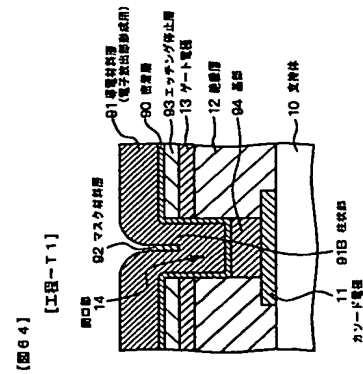


(54)

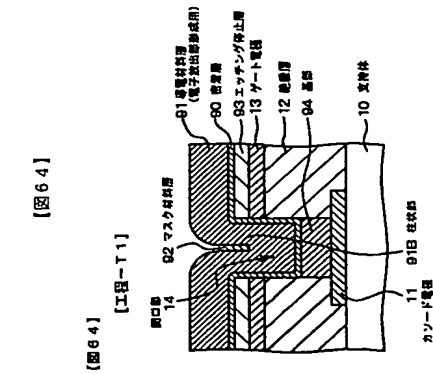
【図 46】



【図 66】



【図 64】

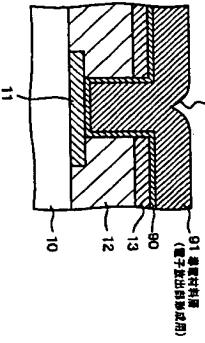


(55)

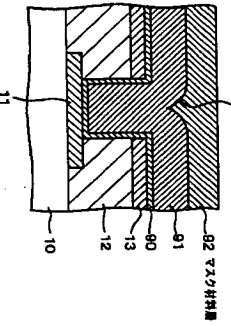
【図47】

【図47】

(A) 【工程-N3】



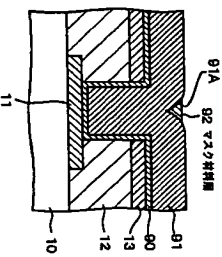
(B) 【工程-N4】



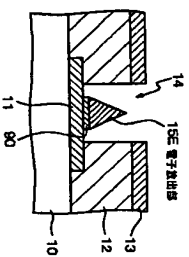
【図48】

【図48】

(A) 【工程-N4】 続き



(B) 【工程-N5】

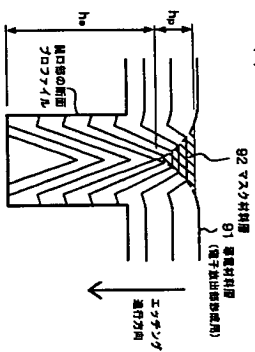


(56)

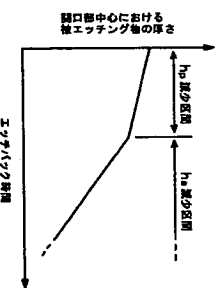
【図50】

【図50】

(A)



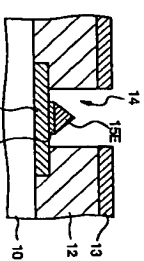
(B)



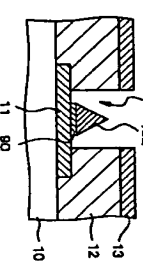
【図51】

【図51】

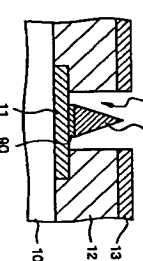
(A) 対レジスト選択比=小



(B) 対レジスト選択比=中



(C) 対レジスト選択比=大

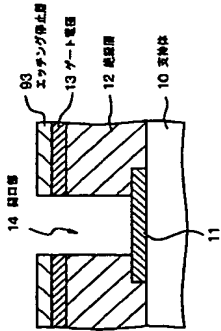


(57)

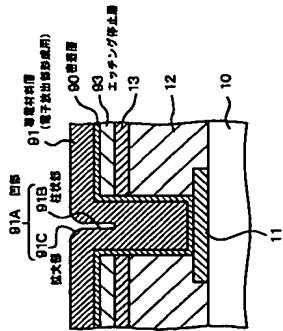
【図52】

【図52】

(A) 【工程-P1】



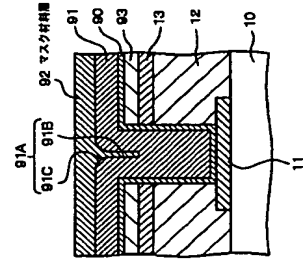
(B) 【工程-P2】



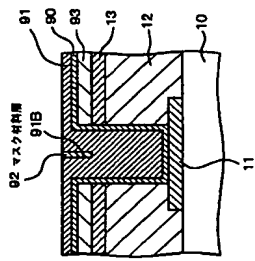
【図53】

【図53】

(A) 【工程-P3】



(B) 【工程-P4】

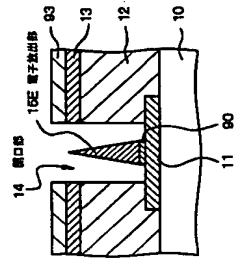


(58)

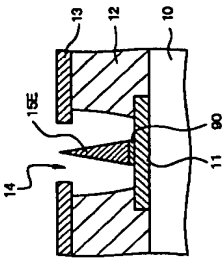
【図54】

【図54】

(A) 【工程-P5】



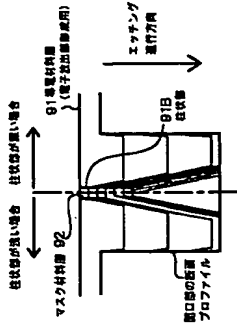
(B) 【工程-P6】



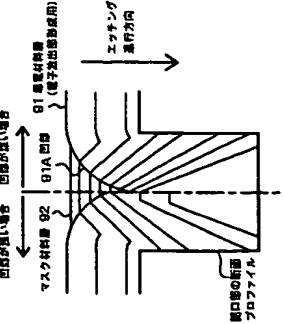
【図55】

【図55】

(A)



(B)



(60)

【59】

【090】

【196】

【59】

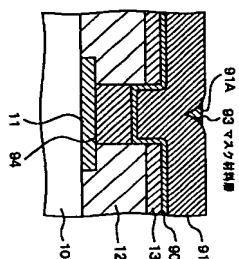
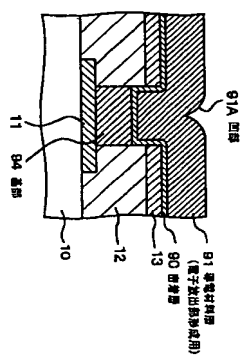
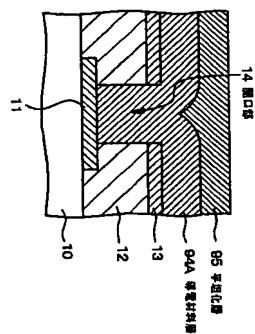
(A) [工程-R1]

【060】

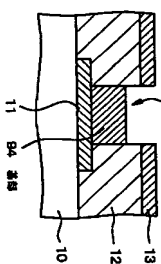
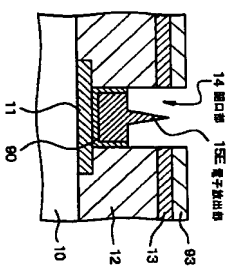
【圖 6-1】

(A) [工程-R2]

(A) [工程-R3] 続き



(B) [工程-R1] 続き



(B) 【工程-R3】

(B) [工程-R4]

